

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DA CULTURA DO  
MILHO (*Zea mays* L.) UTILIZADA SOB DIFERENTES  
FORMAS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS EM  
CONFINAMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ROBSON KYOSHI UENO**

**GUARAPUAVA-PR**

**2012**

**ROBSON KYOSHI UENO**

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)  
UTILIZADA SOB DIFERENTES FORMAS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS  
EM CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Mikael Neumann

Orientador

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria

Co-Orientador

GUARAPUAVA-PR

2012

U22a Ueno, Robson Kyoshi  
Avaliação bioeconômica da cultura do milho (*Zea mays L.*) utilizada sob diferentes formas na alimentação de novilhos em confinamento / Robson Kyoshi Ueno. -- Guarapuava, 2012  
xii, 153 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2012

Orientador: Mikael Neumann

Co-Orientador: Marcos Ventura Faria

Banca examinadora: Valter Harry Bumbieris Junior, Marcelo Cruz Mendes, Itacir Eloi Sandini

#### Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. Milho - cultura. 4. Novilhos - alimentação. 5. Silagem. 6. Exportação de nutrientes. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 633.15

**ROBSON KYOSHI UENO**

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)  
UTILIZADA SOB DIFERENTES FORMAS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS  
EM CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 30 de março de 2012

Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Junior – UEL

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes – UNICENTRO

Prof. Dr. Itacir Eloi Sandini – UNICENTRO

Prof. Dr. Mikael Neumann – UNICENTRO  
Orientador

GUARAPUAVA-PR

2012

“Deus não tira a estrada que temos que seguir no deserto, mas dá o alimento que nos sustenta neste caminhar.”

Pe. Wilton, CSSR

Aos meus pais, Mauro Mamoru e Isabel Cristina Ueno, e ao grupo NUPRAN

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Aos que foram essenciais nesta caminhada:

A Deus e Nossa Senhora por, em muitos momentos, escutarem meus pedidos e desabafos, e confortarem-me com a fé e esperança que futuramente poderei retribuir parte das bênçãos concedidas, as quais me proporcionaram chegar neste ponto da estrada da vida.

Aos meus pais Mauro e Isabel Cristina, pelo amor, zelo, carinho, apoio e confiança em mim depositada, sem eles nada disso seria possível e nem teria sentido.

À minha querida companheira Camila, pelo auxílio e compreensão nas horas difíceis, pelo carinho, por acompanhar-me em mais esta etapa e pelos momentos de alegria.

Aos amigos e familiares, que por muitas vezes contribuíram com palavras de incentivo e momentos de divertimento. Obrigado aos meus queridos irmãos Anderson e Leandro. Aos integrantes da República Soca-Porva, em especial aos contemporâneos do mestrado Fabiano, Rodolfo, Clóvis e Tia Hilda, pelos anos de convívio.

Ao meu orientador Mikael Neumann e co-orientador Marcos Ventura Faria.

Ao meu orientador, de forma especial, agradeço pelas horas de trabalho dedicadas a formação pessoal e profissional, não apenas minha, mas de tantos orientados e estagiários. Agradeço pelos milhares de quilômetros rodados em sua companhia, os quais me proporcionaram horas de aprendizagem. Parto para outro ponto desta longa estrada da vida com a certeza de que não haveria amigo e orientador melhor para me acompanhar até aqui.

Aos membros do Grupo NUPRAN, atuais e egressos, pois sem o auxílio desta família não seria possível concretizar esta etapa. Agradeço as colegas de mestrado Paula Maria Zanette e Giselle Maria Seleme Turco pelo companheirismo e auxílio no experimento.

Aos membros da banca, pelas ponderações construtivas. E aos professores do mestrado em agronomia PPGA, em especial aos que contribuíram no molde deste trabalho.

À Cooperativa Agrária Agroindustrial, principalmente Eduardo Pletz e Julio Hülse, que contribuem de forma efetiva para a difusão de pesquisas científicas e tecnologias aplicadas nas propriedades rurais da região.

Aos Laboratórios de Análise de Solos e Plantas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Pato Branco e da Universidade Estadual do Centro Oeste em Guarapuava, ao professor Luís César Cassol e ao colega Leandro Michalovicz, pelo auxílio nas análises.

E à erva-mate, pelos dias e principalmente noites de concentração proporcionados.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>i</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1. Geral .....	3
2.2. Específicos .....	3
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem</b> .....	<b>4</b>
3.1.1. Considerações iniciais .....	4
3.1.2. A problemática da produção de silagens de alta qualidade.....	5
3.1.3. Dinâmica da absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do milho .....	8
3.1.4. Exportação de nutrientes do solo via produção de milho forragem.....	13
3.1.5. Considerações finais.....	17
<b>3.2. Importância da cultura do milho para produção de forragem conservada (silagem)</b> .....	<b>18</b>
3.2.1. Considerações iniciais .....	18
3.2.2. Características da produção de silagem com a cultura do milho .....	19
3.2.3. Características desejáveis de híbridos de milho para silagem .....	21
3.2.4. Desempenho de bovinos de corte alimentados com silagem de milho .....	22
3.2.5. Considerações finais.....	24
<b>3.3. Terminação de bovinos em confinamento com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiros</b> .....	<b>25</b>
3.3.1. Considerações iniciais .....	25
3.3.2. Conceito, aspectos nutricionais e alimentares relacionados à dieta 100% concentrado .....	27
3.3.3. Adaptação dos animais a dietas de alto concentrado .....	32
3.3.4. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dieta 100% concentrado.....	35
3.3.5. Características da carcaça de bovinos alimentados com dieta 100% concentrado .	39
3.3.6. Considerações finais.....	41
<b>3.4. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>42</b>
<b>4. CAPÍTULO 1 – FLUXO DE NUTRIENTES DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO UTILIZANDO O MILHO COMO FORRAGEM OU GRÃOS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS EM CONFINAMENTO</b> .....	<b>49</b>

Resumo.....	49
4.1. Introdução .....	50
4.2. Material e Métodos .....	51
4.2.1. Local experimental e dados meteorológicos .....	51
4.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados.....	52
4.2.3. Condução e avaliações das lavouras .....	53
4.2.4. Colheita dos tratamentos e avaliação de perdas de matéria seca pela ensilagem.....	55
4.2.5. Fornecimento dos alimentos para bovinos, avaliação da produção e teor de nutrientes do esterco gerado conforme o tipo de alimentação .....	56
4.2.6. Delineamentos experimentais e análises estatísticas.....	58
4.3. Resultados e Discussão .....	59
4.4. Conclusões .....	73
4.5. Referências Bibliográficas .....	74
<b>5. CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS CONFINADOS COM DIETA 100% CONCENTRADO CONTENDO GRÃOS DE MILHO INTEIROS OU DIETA COM 55% DE CONCENTRADO E SILAGEM DE MILHO .....</b>	<b>77</b>
Resumo.....	77
5.1. Introdução .....	77
5.2. Material e Métodos .....	80
5.2.1. Local experimental.....	80
5.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados.....	80
5.2.3. Instalações e condução experimental .....	80
5.2.4. Análise e composição das dietas experimentais.....	82
5.2.5. Avaliações de desempenho animal .....	83
5.2.6. Avaliações do comportamento animal e digestibilidade aparente .....	84
5.2.7. Delineamentos experimentais e análises estatísticas.....	84
5.3. Resultados e Discussão .....	85
5.4. Conclusões .....	101
5.5. Referências Bibliográficas .....	101
<b>6. CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DA CARÇAÇA E DOS COMPONENTES NÃO- INTEGRANTES DA CARÇAÇA DE NOVILHOS CONFINADOS COM DIETA 100% CONCENTRADO OU DIETA COM 55% DE CONCENTRADO E SILAGEM DE MILHO.....</b>	<b>105</b>
Resumo.....	105
6.1. Introdução .....	106
6.2. Material e Métodos .....	107

6.2.1. Local experimental .....	107
6.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados.....	107
6.2.3. Instalações e condução experimental .....	108
6.2.4. Análise e composição das dietas experimentais.....	109
6.2.5. Avaliações da carcaça e dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça.....	110
6.2.6. Delineamento experimental e análise estatística.....	111
6.3. Resultados e Discussão .....	111
6.4. Conclusões .....	120
6.5. Referências Bibliográficas .....	120
<b>7. CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE SISTEMAS DE TERMINAÇÃO DE NOVILHOS EM CONFINAMENTO UTILIZANDO A CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES FORMAS E COMO BASE PARA A ALIMENTAÇÃO .....</b>	<b>124</b>
Resumo.....	124
7.1. Introdução .....	125
7.2. Material e Métodos .....	126
7.2.1. Local experimental e dados meteorológicos .....	127
7.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados.....	127
7.2.3. Condução e avaliações das lavouras .....	128
7.2.4. Colheita dos tratamentos e avaliação da exportação de nutrientes do solo.....	129
7.2.5. Avaliações de desempenho, produção de nutrientes no esterco e características da carcaça dos novilhos conforme o tipo de alimentação .....	129
7.2.6. Análise econômica dos sistemas .....	132
7.2.7. Delineamentos experimentais e análises estatísticas.....	134
7.3. Resultados e Discussão .....	134
7.4. Conclusões .....	148
7.5. Referências Bibliográficas .....	148
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>152</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Médias de produtividade de grãos e matéria seca total (MS), acúmulo de macronutrientes na parte aérea de cultivares de milho, concentração dos elementos na MS e acúmulo de elementos por megagrama de MS produzida, obtidas pela compilação de diferentes publicações..... 10
- Tabela 2.** Extração média de nutrientes, concentração na massa e extração por megagrama de massa produzida pela cultura do milho destinada á produção de grãos e forragem em diferentes níveis de produtividades..... 15
- Tabela 3.** Médias mensais de precipitação pluvial, temperatura e insolação normal e ocorrida no período de cultivo do milho safra 2008/2009, Guarapuava – PR.....52
- Tabela 4.** Medidas biométricas, produção de matéria verde (MV) e seca (MS) de forragem em R5, produção de grãos na maturidade fisiológica (R6), teores de MS da planta e dos componentes estruturais, e composição física da planta de milho na ensilagem..... 60
- Tabela 5.** Produção de matéria verde e seca de forragem, produção de matéria seca de grãos e comportamento agrônômico do híbrido de milho SG 6010, conforme os dias após emergência (DAE) e estágio de desenvolvimento das plantas..... 62
- Tabela 6.** Teores de nutrientes no colmo, folhas, brácteas e sabugo (B+S) e grãos na ensilagem, teores de nutrientes na forragem e grãos, exportação de nutrientes do solo com a colheita da forragem ou grãos, nutrientes exportados a mais pela forragem e percentual de exportação pelos grãos de milho do híbrido SG 6010. .... 64
- Tabela 7.** Exportação de nutrientes representada pela fonte de fornecimento e saldo resultante no solo pela colheita da forragem para silagem ou grãos maduros, e diferença de exportação de nutrientes pela colheita de forragem em relação aos grãos. .... 67
- Tabela 8.** Teores de matéria seca (MS) na forragem e na silagem resultante, massa específica de matéria natural (MN) obtida com a compactação no processo de ensilagem e perdas de matéria seca na fermentação das silagens..... 68
- Tabela 9.** Teores de nutrientes no esterco de bovinos em confinamento alimentados com dieta composta por 45% de silagem de milho planta inteira ou 80% de grãos de milho inteiro, conforme a fase de confinamento dos animais..... 69
- Tabela 10.** Produção de silagem ou grãos de milho por hectare, consumo de silagem ou grãos evidenciado nos animais, número de animais que podem ser alimentados conforme o tipo de dieta, e produção de esterco diária e total por hectare..... 70
- Tabela 11.** Quantidade de nutrientes no esterco e balanço de nutrientes no solo considerando a reposição via adubação com esterco de bovinos alimentados com diferentes formas de utilização do milho, de acordo com a capacidade de suporte alimentar de cada tipo de alimento produzido por hectare. .... 71
- Tabela 12.** Teores médios de nutrientes na dieta e relação volumoso:concentrado, conforme o período de avaliação, de novilhos terminados em confinamento alimentados com dieta 100% concentrado ou silagem de milho mais concentrado. .... 83

<b>Tabela 13.</b> Médias para o consumo diário de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, de acordo com o período de avaliação. ....	85
<b>Tabela 14.</b> Médias para o consumo diário de matéria seca (CMSD), consumo expresso por 100 kg de peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, de acordo com o período de avaliação. ....	86
<b>Tabela 15.</b> Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), produção de fezes e comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, conforme a fase de confinamento. ....	93
<b>Tabela 16.</b> Frequência das atividades comportamentais de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, conforme a fase de confinamento. ....	100
<b>Tabela 17.</b> Medidas quantitativas da carcaça de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação. ....	112
<b>Tabela 18.</b> Peso dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação. ....	116
<b>Tabela 19.</b> Componentes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, expressos em porcentagem do peso vivo (%PV). ....	117
<b>Tabela 20.</b> Produção de matéria natural (MN) e seca (MS) de forragem na ensilagem (R5), produção de grãos na maturidade fisiológica (R6) e produção de esterco conforme a capacidade de suporte alimentar dos sistemas de produção. ....	135
<b>Tabela 21.</b> Fluxo de nutrientes do solo de dois sistemas de produção de novilhos em confinamento, sendo o milho colhido como grãos e compondo 80% da dieta ou colhido como forragem para fornecimento de 45% de silagem na dieta. ....	136
<b>Tabela 22.</b> Análise econômica do cultivo do milho para produção de grãos ou de silagem, contabilizando perdas durante os processos produtivos e reposição de nutrientes ao solo exportados além dos fornecidos pela adubação, valores representados pela produção de matéria seca (MS) e natural (MN). ....	139
<b>Tabela 23.</b> Análise econômica de dois sistemas de produção de novilhos de corte terminados em confinamento, utilizando a cultura do milho sob diferentes formas e como base das dietas. ....	141
<b>Tabela 24.</b> Simulação da rentabilidade com a dieta 100% concentrado conforme o preço do milho, e da dieta com silagem de milho conforme o custo de oportunidade da silagem calculado a partir da receita bruta obtida com a venda do milho. ....	144
<b>Tabela 25.</b> Simulação da análise econômica da dieta 100% concentrado conforme a relação de troca milho/boi. ....	145
<b>Tabela 26.</b> Simulação da lucratividade com a comercialização do milho ou de carcaças bovinas nos sistemas de terminação em confinamento com dieta 100% concentrado ou silagem de milho e concentrado, conforme o valor do milho grão. ....	147

## RESUMO

UENO, Robson Kyoshi. **Avaliação bioeconômica da cultura do milho (*Zea mays* L.) utilizada sob diferentes formas na alimentação de novilhos em confinamento.** Guarapuava: UNICENTRO, 2012. 153p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

As épocas de baixa remuneração pelo milho desestimulam seu cultivo e comercialização, e acarretam prejuízos aos produtores, sendo necessária a busca por alternativas que agreguem valor ao produto. Neste sentido, foram formuladas três hipóteses de utilização da cultura do milho pelo produtor que engorda bovinos em confinamento: 1) Colheita como forragem e fornecimento de dieta com silagem no confinamento; 2) Colheita de grãos e fornecimento de dieta independente de volumoso, onde o grão compõe cerca de 80% da ração dos bovinos confinados; 3) Colheita e venda somente do grão. O objetivo foi promover a avaliação bioeconômica do milho colhido para produção de silagem ou grãos para utilização na alimentação de novilhos confinados. Especificamente, pretendeu-se avaliar a exportação de macronutrientes do solo pela colheita de forragem ou grãos; posteriormente, foram empregadas dietas para bovinos confinados, onde: T<sub>1</sub> – 100% de concentrado: grãos de milho inteiros (80%) + núcleo proteico (20%) e T<sub>2</sub> – Silagem de milho (45%) + concentrado (55%), para a avaliação do desempenho, comportamento ingestivo, características da carcaça e de seus componentes não-integrantes; e finalmente, mensurar o potencial de retorno dos macronutrientes para o solo via esterco e realizar a análise econômica dos sistemas. A colheita da forragem resultou em maior exportação dos macronutrientes na proporção de 56% a mais de N, 74% de P, 384% de K, 228% de Ca e 322% de Mg em relação à exportação somente pela colheita de grãos. A adubação mineral da cultura foi realizada de acordo com a recomendação para produção de grãos, e foi suficiente quando se colheu apenas grãos, porém, gerou déficits ao solo de 93 kg ha<sup>-1</sup> de N e 84 kg ha<sup>-1</sup> de K quando o milho foi colhido como forragem. As dietas utilizadas no confinamento não apresentaram diferença no ganho de peso dos animais (1,513 kg dia<sup>-1</sup>); T<sub>1</sub> apresentou melhor conversão alimentar (4,57 vs 6,67 kg kg<sup>-1</sup>) e digestibilidade (79 vs 68 %), diminuiu o consumo de matéria seca (6,54 vs 9,45 kg dia<sup>-1</sup>) e consumo em relação ao peso (1,52 vs 2,20 %); reduziu 60% da produção de esterco, 36% do tempo de consumo e 82% do tempo de ruminação. Não houve diferença no rendimento de carcaça (53,6%) e espessura de gordura (3,63 mm); T<sub>1</sub> apresentou maior perímetro de braço (39,6 vs 37,1 cm) e 79% a mais de proporção de baço. Considerando a adubação com esterco, os sistemas apresentaram capacidade de enriquecimento no saldo de nutrientes do solo,

somente o K no sistema de forrageamento ainda apresentou déficit de 25 kg ha<sup>-1</sup>. A dieta 100% concentrado apresentou receita líquida por animal 65% superior a dieta com silagem. Porém, a maior remuneração por área foi obtida no sistema de forrageamento (5.765 R\$ ha<sup>-1</sup>), seguido da colheita de grãos para dieta 100% concentrado (4.395 R\$ ha<sup>-1</sup>), e a menor receita líquida obtida foi com a venda de grãos (1.021 R\$ ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-Chave:** carcaça, dieta 100% concentrado, exportação de nutrientes, silagem

## ABSTRACT

UENO, Robson Kyoshi. **Bioeconomic evaluation of maize culture (*Zea mays* L.) used under different ways on feeding of feedlot steers**. Guarapuava: UNICENTRO, 2012. 153p. (Dissertation – Master of Science in Agronomy).

The times of low remuneration for corn discourage its cultivation and marketing, and cause losses to producers, being necessary to look for alternatives to aggregate value to the product. In this sense, three hypotheses were formulated for the producer who works with feedlot cattle: 1) Harvest as a forage and supply of diet with silage for feedlot cattle; 2) Harvest of grains and supply of diet independent of roughage for feedlot cattle; 3) Harvest and sale of the grain; The objective was to promote the bioeconomic evaluation of maize harvest for production of silage or grain, for use in feedlot steers. Specifically, was intended to evaluate the export of macronutrients from the soil by the harvest of forage or grains; subsequently were used diets for feedlot steers, being: T<sub>1</sub> – 100% concentrate: whole corn grains (80%) + protein core (20%) and T<sub>2</sub> – corn silage (45%) + concentrate (55%), for evaluation of performance, intake behavior, carcass characteristics and its non-member components, measure the return of macronutrients to the soil through manure and perform the economic analysis of the systems. manure and perform the economic analysis of the systems. The harvest of forage resulted in the largest export macronutrients in the order of 56% N, 74% P, 384% K, 228% of Ca and 322% Mg more than export only the grain. The mineral fertilization of the crop was performed according to the recommendation for grain production, and it was enough when harvested only grains, although, generated deficits to the soil of 93 kg ha<sup>-1</sup> N and 84 kg ha<sup>-1</sup> K when the corn was harvested as forage. The diets showed no difference in weight gain (1.513 kg day<sup>-1</sup>), T<sub>1</sub> showed better feed conversion (4.57 vs 6.67 kg kg<sup>-1</sup>) and digestibility (79 vs 68%), decreased dry matter intake (6.54 vs 9.45 kg day<sup>-1</sup>) and consumption in relation to the weight (1.52% vs 2.20%), decreased 60% by volume of manure, 36% of the time consuming and 82% of the rumination time. There was no difference in carcass yield (53.6%); T<sub>1</sub> showed lower fat thickness (3.13 vs 4.13 mm), increased by 30% the proportion of 79% of heart and spleen. Considering the fertilization with manure, the systems were capable of enriching the soil nutrient balance, only the K on the foraging system showed deficit of 25 kg ha<sup>-1</sup>. The 100% concentrate diet had net income per animal over 65% than silage diet. Although, the highest remuneration per area were generated on the foraging (R\$ 5765 ha<sup>-1</sup>), followed by grain harvest to 100%

concentrate diet (R\$ 4395 ha<sup>-1</sup>), and lowest net income was the sale of grains (R\$ 1021 ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** carcass, 100% concentrate diet, nutrient export from soil, silage

## 1. INTRODUÇÃO

Nos sistemas pecuários de produção intensiva, a cultura do milho representa uma fonte de alimento fundamental aos animais. Isto se deve ao seu alto teor energético e elevada produtividade de energia digestível por unidade de área, além de apresentar versatilidade de utilização, podendo ser utilizada como alimento concentrado quando fornecida na forma de grãos ou misto quando colhida como forragem.

No Brasil, ocupa lugar de destaque dentre as culturas, na safra 2011/2012 o cultivo do milho ocupou 14,7 milhões de hectares do território nacional, com volume de produção estimado de grãos de 60,3 milhões de toneladas (CONAB, 2011). Em 2008, estimava-se que aproximadamente 800 mil hectares eram cultivados com milho destinado exclusivamente para produção de silagem, apresentando crescimento a cada ano (MORAES e SANTOS, 2008).

Analisando os indicadores de preços pagos pelo grão, é possível constatar que a remuneração aos produtores passa por períodos de oscilação, onde em alguns anos é possível obter receitas satisfatórias, porém, ocorrem épocas em que a baixa remuneração torna-se um fator desestimulador ao cultivo de milho, (CEPEA – ESALQ/USP, 2011). Isto instiga a busca por alternativas que auxiliem o produtor a agregar valor a “commoditie”, ou seja, corroborar a possibilidade de transformar o produto agrícola (grão) em produto pecuário (carne ou leite).

De acordo com Silva (2009), com as grandes transformações em que vive a pecuária brasileira, principalmente com o crescimento dos grandes confinamentos, torna-se necessário desenvolver estratégias nutricionais com altos níveis de concentrados, visando obter como benefícios a melhoria no desempenho, manipulação na deposição de gordura e marmoreio, com efeitos no crescimento da carcaça e na qualidade de carne de animais confinados.

Cervieri (2009) infere que com a evolução dos confinamentos a produção e estocagem de alimentos volumosos se tornaram um dos maiores entraves para grandes operações de terminação confinada. Agregando a isto, a maior necessidade de área para plantio, exigência de maquinário específico, o risco agrônômico inerente à atividade e aumento dos custos de produção. Silva (2009) enfatiza que a necessidade de estrutura de armazenamento, planejamento antecipado e a ocorrência de problemas com maquinários e mão-de-obra no momento do corte da lavoura para produção de silagem são fatores limitantes e desestimuladores para alguns confinadores. Segundo Neumann et al. (2011), os erros que ocorrem nesta fase promovem a baixa qualidade da forragem conservada, trazendo como consequência perdas econômicas normalmente imensuráveis, gerando frustrações e insucesso.

Neste sentido, recentemente nas engordas em confinamento têm-se observado a utilização de dietas com pouca ou isenta participação de forragens, constituídas totalmente de alimentos concentrados, fato normalmente evidenciado em épocas de maior acessibilidade de preços dos componentes da ração, que na grande maioria se constitui de grãos de milho (GRANDINI, 2009). Além disto, os preços de alimentos concentrados como milho, sorgo e diversos co-produtos, são mais baixos em determinadas regiões e épocas do ano, do que o custo da unidade de energia dos alimentos volumosos (KATSUKI, 2009).

O produtor que trabalha com sistema de integração lavoura-pecuária encontra maior versatilidade na utilização deste tipo de dieta. Por exemplo, quando se cultiva o milho, a colheita de grãos permite que o produtor trabalhe com especulações de mercado como estratégia de obter melhor remuneração. Ou seja, tendo a oportunidade de faturar o milho em forma de grãos ou transforma-lo em carne conforme a melhor rentabilidade do momento, estratégia impossibilitada quando a cultura é colhida para silagem. A colheita da cultura como forragem promove imobilização prolongada do capital, o qual também está fadado a um destino provável, o qual consiste na alimentação dos animais na propriedade, embora, a comercialização de silagens seja um mercado ainda em ascensão no Brasil.

Contudo, pensando em maximizar a utilização dos recursos da terra, a colheita de uma área para silagem possibilita a obtenção de cerca de 40 a 50% a mais de energia total do que a colheita de grãos, e por isso, o milho para silagem requer cuidados especiais quanto ao manejo de solo. A colheita da forragem promove maior remoção de nutrientes das glebas, podendo causar rápido desbalanço nutricional e empobrecimento do solo (FRANÇA e COELHO, 2001). A prática de forrageamento e alimentação de bovinos em confinamento promove a geração de grande quantidade de dejetos, os quais podem ser direcionados para as áreas forrageadas e promover a reciclagem de nutrientes no solo, tornando o sistema produtivo conivente aos preceitos da integração lavoura-pecuária.

Segundo Konzen e Alvarenga (2009), o aproveitamento integral e racional dos recursos disponíveis na propriedade rural aumenta a estabilidade dos sistemas de produção, bem como maximiza a eficiência bioeconômica dos mesmos, reduzindo custos e melhorando a produtividade. A associação dos diversos componentes em sistemas integrados, que preservem o meio ambiente, estabelece o princípio da reciclagem, onde, o resíduo de um passa a ser insumo de outro sistema produtivo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

O objetivo do trabalho foi promover a avaliação bioeconômica da cultura do milho colhida visando à produção de silagem de planta inteira ou grãos para utilização na alimentação de novilhos de corte em confinamento.

### **2.2. Específicos**

Avaliar a exportação de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) do solo pela colheita da cultura do milho como forragem para produção de silagem em comparação a exportação de macronutrientes promovida pela colheita somente de grãos maduros.

Promover o confinamento de bovinos de corte como ferramenta para avaliar a forma mais economicamente rentável de utilização da cultura na alimentação dos animais, utilizando-a como base de duas dietas, sendo na forma de silagem como fonte de volumoso ou grãos como fonte de concentrado em dieta independente de volumoso.

Mensurar o potencial de retorno dos macronutrientes pela adubação com o esterco bovino, gerado pelas diferentes formas de alimentação, às glebas cultivadas para colheita de forragem ou grãos.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem**

##### **3.1.1. Considerações iniciais**

A maior profissionalização da atividade pecuária observada atualmente nos sistemas de produção do Brasil, seja de corte ou leite, tem instigado cada vez mais a manutenção do aporte alimentar dos animais ao decorrer do ano por técnicas de forrageamento. São mais que conhecidos os riscos que correm de não manter escala de produção os pecuaristas que baseiam a alimentação dos animais somente a pasto, devido à sazonalidade climática e estacionalidade das pastagens.

Quando o milho é cultivado com a finalidade de produzir silagem, deve-se realizar o manejo de adubação e posterior condução da área de forma diferenciada às recomendações para a produção somente de grãos, pois além dos grãos, a parte vegetativa é cortada e removida do campo antes que a cultura complete o seu ciclo, fazendo com que a maior parte dos nutrientes que foram extraídos do solo durante o ciclo de vida da cultura sejam exportados da área de cultivo, podendo causar desbalanço de nutrientes e empobrecimento rápido do solo, tendo como consequência a queda de produtividade e baixa qualidade da silagem em cultivos posteriores (COELHO, 2006).

Cerca de duas décadas atrás, Nussio (1993) relatou que apenas uma pequena fração dos produtores fazia uso da prática de ensilagem de milho de forma satisfatória, onde a maioria dos cultivos se dava de modo quase que extrativista, com o uso de fertilizantes e corretivos em quantidades muito aquém do recomendado, ou até mesmo apenas com a fertilidade natural do solo. Ainda, ressaltava a necessidade de estabelecer uma filosofia de cultivo que preconize a alta produtividade com base na reposição de nutrientes ao solo, sendo necessário estabelecer conceitos relativos à adubação dessas plantas para a ensilagem, diferente daquelas desenvolvidas para a produção de grãos, onde ocorre a reciclagem de nutrientes no sistema.

No contexto atual, poucas mudanças ocorreram na mentalidade e atitude dos produtores e técnicos envolvidos na atividade. O manejo nutricional dos rebanhos vem evoluindo, porém pouca importância tem se dado a sustentabilidade e manutenção da fertilidade dos solos. Embora a comissão de química e fertilidade do solo (CQFS RS/SC,

2004) recomende adubações específicas para o milho e sorgo destinados à produção de silagem, onde as quantidades de fertilizante são superiores em relação a colheita de grãos, poucos produtores adotam essas recomendações.

Contudo, a atitude de apenas elevar os níveis de fertilizante no plantio é questionável quando se pretende manter a sustentabilidade do sistema, pois a carga acrescida de nutrientes disponibilizada às culturas poderá gerar como reflexo a indução de maior resposta produtiva da mesma, e com isso o excedente de nutrientes fornecidos seriam extraídos e exportados do solo da mesma forma.

### **3.1.2. A problemática da produção de silagens de alta qualidade**

Segundo Velho et al. (2007), o milho quando cultivado para forragem verde e/ou silagem da parte aérea tem potencial de fornecer cerca de 50 a 100% a mais de energia por hectare que qualquer outra forrageira. Além disso, a colheita de uma área de milho para silagem possibilita a obtenção de cerca de 40 a 50% a mais de energia total do que quando colhida para grãos (FRANÇA e COELHO, 2001). Trata-se de uma cultura muito eficiente na conversão de energia fotossintética para a produção de biomassa.

Como explica Vasconcellos et al. (2002), o milho por ser uma planta  $C_4$  é bastante eficiente na utilização da radiação, absorção de  $H_2O$  e assimilação de  $CO_2$ , onde cerca de 90% da matéria seca (MS) da planta provém da fixação dos elementos atmosféricos pelo processo da fotossíntese, sendo o restante da fitomassa composta por nutrientes extraídos do solo. Apesar dos nutrientes do solo representar cerca de 10% da MS produzida, são essenciais ao desenvolvimento da cultura, cada um com sua função e porcentagem de participação na fitomassa (RITCHIE et al., 2003).

Embora o cultivo do milho visando à colheita apenas dos grãos demande de alta quantidade de nutrientes do solo, ainda, este receberá de volta parte dos nutrientes pela decomposição da palhada resultante da colheita. Porém, isto não ocorre quando o objetivo é colher o milho para forragem, e devido a isto, problemas de fertilidade do solo se manifestarão mais cedo na produção de silagem do que na produção de grãos, principalmente se for obtida por vários anos consecutivos de uma mesma área e sem os devidos manejos de solo e adubações adequadas (MARTIN et al., 2011).

Neste contexto, é necessário que se procure efetuar a restituição dos elementos extraídos pelas culturas para que se possa manter a fertilidade do solo. Embora, este conceito

não represente novidade, já que teve início com a lei da restituição instituída por Voisin (1973), onde: “Os nutrientes exportados pelas culturas ou perdidos por erosão, volatilização, lixiviação e fixação devem ser recolocados ao solo, visando a manutenção do equilíbrio e do potencial produtivo do solo”.

Silva et al. (2010), monitoraram a fertilidade do solo por seis anos consecutivos de uma área destinada ao cultivo sucessivo de forragens de inverno (aveia preta e azevém) e verão (milho e sorgo) para a confecção de silagens. Os níveis encontrados de condutividade elétrica na camada de 0 a 80 cm de profundidade do solo ao final dos seis anos de estudo foram considerados baixos, mesmo com o fornecimento de 100% da adubação mineral recomendada para cada cultura. A condutividade elétrica é um método de avaliação que pode ser correlacionado com o teor de íons na solução do solo, e a obtenção de valores inferiores sugere a ocorrência de baixos teores de compostos ou de elementos minerais solúveis em solução. A baixa condutividade elétrica ao longo do perfil foi atribuída ao esgotamento de nutrientes do solo devido à retirada da planta, o fator que mais influenciou foi o baixo teor de K disponível, sendo um indicativo da elevada exportação deste nutriente pela forragem.

A determinação das necessidades nutricionais das plantas ocorre pela quantificação dos nutrientes que as mesmas extraem durante o seu ciclo. Portanto, a extração total é dependente do rendimento de fitomassa obtido pela cultura e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. E ainda, devido ao fato de culturas com maiores rendimentos extraírem e exportarem maiores quantidades de nutrientes e, portanto, necessitarem de doses diferentes de fertilizantes, nas recomendações oficiais de adubação para a cultura do milho no Brasil, as doses dos nutrientes são segmentadas conforme a produtividade esperada (FRANÇA e COELHO, 2001).

De acordo com Coelho (2006), dados de experimentos conduzidos com doses moderadas a altas de fertilizantes disponibilizados para o desenvolvimento da cultura do milho para grãos e/ou silagem demonstraram que a extração de nutrientes pelas plantas cultivadas foi maior no nível de alta adubação por incrementar linearmente a resposta da cultura em produzir fitomassa, e com isso, otimizar a extração de N, P, K, Ca e Mg.

Estes conceitos permitem deduzir precocemente, que a manutenção das áreas de forrageamento conduzidas apenas por incremento nas recomendações de fertilizante para as culturas esteja incorreta, nesta forma de pensar. Pois, quanto maior a carga de nutrientes que se fornece a dada cultura, maior será sua produção e conseqüentemente extração e exportação

de nutrientes do solo. Além de que, o cultivo sucessivo de forragens interfere negativamente na produção de palha para a cobertura do solo e, por conseguinte no acúmulo de matéria orgânica, fato comumente observado nas áreas que margeiam as instalações de alimentação dos animais e/ou silos de armazenamento para produção de silagens, porém, desconsiderando a prática de retorno de nutrientes e matéria orgânica pela adubação com o esterco produzido.

A capacidade do solo em suprir nutrientes varia com o tipo de solo e com o histórico da área, para se estabelecer um programa de adubação que garanta alta produtividade, lucratividade e preservação ambiental, é necessário fazer periodicamente a avaliação da fertilidade por meio da análise química e física. Como grandes quantidades de nutrientes são exportadas na colheita do milho para silagem, principalmente N e K, o acompanhamento da área, mediante análise química, deve ser feito anualmente, pois o teor de K no solo reduz drasticamente com poucos anos de cultivo, especialmente em solos arenosos. Assim, tanto na produção de grãos como na de silagem será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que esta extrai, e que devem ser fornecidos também pelo solo, e não somente por meio de adubações (FRANÇA e COELHO, 2001).

Para tanto, é necessário que se pratiquem manejos diferenciados para fortalecimento e manutenção da fertilidade das glebas destinadas à produção de forragens. Coelho (2006) ressalta que dentre várias tecnologias passíveis de ser utilizadas destaca-se a conscientização dos produtores da necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada. Visto que, essa melhoria na qualidade dos solos está diretamente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui entre outras práticas os conceitos bases de produção agrícola, como a rotação de culturas, plantio direto, manejo da fertilidade por meio da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (esterços, compostos, adubação verde, etc.).

Martin et al. (2011), acrescentam ainda que além de incrementar as quantidades de nutrientes na adubação de base do milho para forragem, é essencial fazer rotação de culturas e não utilizar a mesma área por anos consecutivos para a produção de silagem, devido a não manutenção de cobertura e susceptibilidade do terreno a ocorrência de erosão. Porém, é importante lembrar que grande parte dos pecuaristas não disponibiliza de áreas agricultáveis para implantar um sistema rotativo de produção de forragens, resultando em cultivos sucessivos de culturas para produção de forragens na mesma gleba. Outro fato que não se pode esquecer é que quanto maior a distância da lavoura ao silo e às instalações de

alimentação, maior será o custo de produção do sistema, ocasionado pela elevação dos gastos com o transporte dos alimentos volumosos, podendo em alguns casos inviabilizar a produção.

Nestes casos em que não existe maleabilidade na utilização do solo, o qual se torna fonte constante de nutrientes para a alimentação dos animais, obrigatoriamente devem ser estabelecidas técnicas que busquem manter a sustentabilidade do sistema.

### **3.1.3. Dinâmica da absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do milho**

Segundo França e Coelho (2001), as necessidades nutricionais de uma cultura são determinadas pela quantidade de nutrientes que as plantas são capazes de extrair do solo, contudo, as recomendações de fertilização para o milho são realizadas de acordo com curvas de respostas de produtividade sob doses de fornecimento de nutrientes. A quantidade total e a marcha de absorção de nutrientes são influenciadas por fatores como o clima, genótipo e sistemas de cultivo. No geral, os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo e, as diferenças verificadas nas velocidades de absorção ocorrem em função do ciclo do genótipo e estágio fisiológico, e na translocação das folhas e dos colmos para os órgãos reprodutivos.

A disponibilidade de nutrientes no solo é uma das principais causas das variações da concentração de nutrientes e capacidade de absorção pelas plantas, seguido de alterações climáticas durante o período de desenvolvimento da cultura e nível tecnológico. Também, as variações encontradas no estado nutricional de plantas podem estar associadas à grande diversidade genética presente nos genótipos atualmente comercializados (FERREIRA, 2009).

Ferreira (2009), em dois anos de avaliação, constatou que as concentrações de nutrientes de cultivares de milho variam conforme o nível tecnológico, observando que híbridos simples, na primeira safra, e híbridos simples e triplos, na segunda safra, tiveram concentrações mais baixa de N. O aumento no nível tecnológico dos genótipos acarretou na redução da concentração de N, P e K nas folhas e colmos. Com relação ao ano de cultivo, foi evidenciado que a concentração dos nutrientes, principalmente N, P e K aumentaram na segunda safra em que a disponibilidade da água foi favorável à absorção dos íons, e conseqüentemente uma maior exportação de nutrientes para os grãos comparada com a primeira safra, onde ocorreu um período de seca.

As absorções de N, P, K, Ca e Mg aumentam linearmente com o aumento da produtividade da cultura do milho. De maneira geral, na planta inteira (grãos e palhas), o N é o nutriente absorvido em maior quantidade, seguido em ordem decrescente por K, P, Ca, Mg

(VASCONCELLOS et al., 1983; FRANÇA e COELHO, 2001; PAULETTI, 2004; VON PINHO et al., 2009) e por S (VON PINHO et al., 2009).

De outra forma, Ferreira (2009) em experimento avaliando diferentes genótipos por duas safras consecutivas, encontrou concentrações de macronutrientes extraídos na seguinte ordem:  $N > K > Mg > Ca > P$  para a maioria dos híbridos avaliados no primeiro ano de avaliação;  $K > N > Ca = Mg > P$  para todas as variedades melhoradas e regionais no primeiro ano de avaliação;  $N > K > P > Mg > Ca$  para a maioria dos híbridos avaliados no segundo ano;  $K > N > P > Mg > Ca$  para todas as variedades melhoradas e regionais, também no segundo ano de avaliação. O autor ressalta que as alterações morfofisiológicas dos híbridos modernos de milho são responsáveis pelas alterações na dinâmica de absorção do N, a baixa extração de P no primeiro ano de cultivo pode estar relacionada à baixa disponibilidade de água, sendo que a água é um fator preponderante para o contato deste nutriente com as raízes.

Com relação ao acúmulo de micronutrientes na cultura do milho, França e Coelho (2001) inferem que a extração segue a ordem decrescente:  $Fe > Zn = Mn > B > Cu > Mo$ . Pauletti (2004) ao determinar médias obtidas por vários autores encontrou valores expressos em  $g\ Mg^{-1}$  de MS produzida de 233,3; 44,4; 37,8; 18,9; 12,2; 1,0 para Fe, Zn, Mn, B, Cu e Mo, respectivamente. Já Coelho (2006), relata que para uma produção de  $9\ Mg\ ha^{-1}$  de grãos são extraídos 2.100 g de Fe, 400 g de Zn, 340 g de Mn, 170 g de B, 110 g de Cu e 9 g de Mo.

De acordo com Von Pinho et al. (2009), o crescimento da planta de milho é função linear do tempo, já o acúmulo de MS segue uma curva ligeiramente sigmoide, sendo linear na maior parte do período vegetativo e tornando-se decrescente no período final, quando inicia ligeira diminuição do peso da planta, provavelmente devido à queda de folhas senescentes e lixiviação de K das folhas e dos colmos. Ainda, no geral, a absorção e acúmulo da maior parte dos nutrientes extraídos do solo seguem quantitativamente a mesma dinâmica de desenvolvimento da planta, portanto, o conhecimento das quantidades e épocas de maior absorção dos nutrientes é fundamental para promover o fornecimento dos nutrientes em quantidades e momentos adequados, visando aumentar a eficiência de utilização dos insumos e produtividade das lavouras.

Na Tabela 1 são apresentados valores médios obtidos de vários trabalhos para a produção de grãos, produção de MS na fase de maturação e acúmulo dos macronutrientes, em seguida, a concentração dos macronutrientes na MS para os trabalhos que permitiram o cálculo, a quantidade de macronutrientes extraídos por megagrama de MS acumulada e ao

final são contrapostos os resultados de Pauletti (2004) obtidos de diversos trabalhos.

**Tabela 1.** Médias de produtividade de grãos e matéria seca total (MS), acúmulo de macronutrientes na parte aérea de cultivares de milho, concentração dos elementos na MS e acúmulo de elementos por megagrama de MS produzida, obtidas pela compilação de diferentes publicações.

Trabalhos	Produção Mg ha <sup>-1</sup>		N	P	K	Ca	Mg	S
	Grãos	MS						
Von Pinho et al. (2009) <sup>1</sup>	14,05	31,25	364,00	84,00	314,00	60,50	42,00	27,00
Duarte et al. (2003) <sup>2</sup>	7,70	16,20	204,00	25,00	162,00	24,00	41,00	11,00
Bull (1993) <sup>3</sup>	9,10	-	190,00	39,00	196,00	40,00	44,00	21,00
Hiroce et al. (1989) <sup>4</sup>	4,90	13,50	135,73	22,54	86,24	20,58	22,54	12,74
Vasconcellos et al. (1983) <sup>5</sup>	5,10	12,10	103,00	19,50	43,50	21,50	13,50	-
Furlani et al. (1977) <sup>6</sup>	6,80	-	111,52	14,58	127,16	37,40	14,96	57,80
Andrade et al. (1975) <sup>7</sup>	6,20	16,30	181,04	31,00	218,24	34,72	35,96	32,24
Médias	7,69	17,87	184,18	33,66	163,88	34,10	30,57	26,96
			<b>Concentração (% na MS)</b>					
Média dos Trabalhos <sup>1; 2; 4; 5; 7</sup>	7,59	17,87	1,08	0,19	0,87	0,18	0,18	0,11
			<b>Acúmulo de nutrientes (kg Mg<sup>-1</sup> de MS)</b>					
			10,78	1,88	8,68	1,77	1,77	1,12
Pauletti (2004) <sup>8</sup>			20,3	4,3	16,9	3,1	3,0	-

FONTE: Modificado de Von Pinho et al. (2009)

<sup>1</sup>Média de duas cultivares GNZ2004 e P 30F33, um com alta capacidade de acúmulo de MS e outro com potencial para produção de grãos, em Lavras – MG.

<sup>2</sup>Média de cinco cultivares, Palmital – SP.

<sup>4</sup>Média de quatro híbridos comerciais e seis populações, Campinas – SP.

<sup>5</sup>Média respectivas das cultivares BR126 e BR105, com e sem irrigação, Sete Lagoas – MG.

<sup>6</sup>Média das cultivares HS1227 e HS7777, Campinas – SP.

<sup>7</sup>Média de cinco cultivares, Piracicaba – SP.

<sup>8</sup>Média de diversos autores encontrados por Pauletti (2004), expressos em kg Mg<sup>-1</sup> de MS acumulada em plantas na fase de maturação.

Conforme dados apresentados na Tabela 1, é possível observar que existe uma grande disparidade na extração de macronutrientes dentre as cultivares testadas pelos autores em diversas regiões, porém, no geral as quantidades de nutrientes extraídos são maiores com o aumento das produtividades de grãos e MS. Os resultados obtidos de sete trabalhos, somando vinte cultivares, apresentaram produtividades médias de 7,59 e 17,87 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos e MS acumulada respectivamente, as extrações de nutrientes em kg ha<sup>-1</sup> seguiram a ordem decrescente de: 184,18 (N); 163,88 (K); 34,10 (Ca); 33,66 (P); 30,57 (Mg); e 26,96 (S). As concentrações médias de nutrientes na MS, para os trabalhos que possuem os dados de produção de MS, foram de 1,08% para N; 0,87% de K; 0,19% de P; 0,18% para Ca e Mg; e 0,11% de S. Também pode-se observar que os valores gerais de extração de nutrientes por megagrama de MS produzida foram inferiores aos encontrados por Pauletti (2004).

Ritchie et al. (2003) descrevem que com relação ao N total absorvido pelas plantas, na fase de maturidade fisiológica, aproximadamente 65% encontram-se nos grãos, 20% nas folhas, 6% no colmo, 3% em sabugo, haste e cabelo, 3% nas bainhas das folhas e 3% em palhas e bonecas de inserção mais baixa. Quanto ao P, aproximadamente 75% ficam concentrados nos grãos, 10% nas folhas, 7% no colmo, 3% em sabugo, haste e cabelo, 3% nas bainhas das folhas e 2% em palhas e bonecas de inserção mais baixa. Já para o K, diferentemente dos outros elementos, a maior concentração está presente na estrutura vegetativa da planta, onde aproximadamente 35% concentram-se nos grãos, 5% nas folhas, 30% no colmo, 10% em sabugo, haste e cabelo, 10% nas bainhas das folhas e 10% em palhas e bonecas de inserção mais baixa.

Duarte et al. (2003) estudaram as concentrações de nutrientes em colmo, folhas e espigas de cinco cultivares de milho, observaram que com o desenvolvimento das espigas houve redução da proporção de nutrientes acumulados nas folhas e nos colmos, porcentualmente do total acumulado na planta, com destaque para N, P, S e Zn. O Ca foi o nutriente acumulado em menor proporção nas espigas, tanto no florescimento como na maturidade fisiológica dos grãos, e o que manteve maior proporção do acúmulo nas folhas no estágio de maturidade fisiológica dos grãos. O colmo foi o principal compartimento de acúmulo de K, Mg, Fe e Mn no estágio de maturidade. Folhas e colmos atuam como os principais drenos de N durante a fase de crescimento vegetativo, posteriormente, durante o desenvolvimento reprodutivo atuam principalmente como fonte. Durante a fase reprodutiva ocorre considerável remobilização de fotoassimilados e nutrientes dos órgãos vegetativos acumulados antes do florescimento para prover o desenvolvimento dos grãos.

Segundo Coelho (2006) durante o ciclo de cultivo, o milho apresenta períodos onde ocorre intensa absorção de nutrientes do solo, o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo (12 a 18 folhas), quando o número potencial de grãos está sendo definido, e o segundo durante a fase reprodutiva ou formação da espiga, quando o potencial produtivo é atingido.

Coelho (2006) ainda ressalta que para os elementos N e P o milho apresenta períodos de máxima absorção durante as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ou formação da espiga, nas fases de emissão do pendão e início da formação da espiga são observadas menores taxas de absorção. Já o K, apresenta uma dinâmica de absorção diferente do N e P, sendo que a máxima absorção ocorre no período de desenvolvimento vegetativo,

com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento, onde a taxa de absorção supera a de N e P, sugerindo maior necessidade de K na fase inicial como um elemento de “arranque”.

Complementando, Ritchie et al. (2003) demonstraram que a absorção de K é completada logo após o florescimento, porém, a absorção dos outros nutrientes essenciais como N e P, continua até próximo da maturidade, seguindo a dinâmica de acúmulo de MS. Visto que uma grande parte do N, P e de alguns outros nutrientes é translocada das partes vegetativas da planta para os grãos, pode ocorrer deficiências de nutrientes nas folhas, a menos que as quantidades adequadas de nutrientes estejam disponíveis para as plantas durante este período.

Von Pinho et al. (2009) observaram em duas cultivares de milho o comportamento linear no acúmulo de N ao longo do ciclo da cultura, para cada dia após a emergência (DAE) o acúmulo de N na MS aumentou em média  $2,89 \text{ kg ha}^{-1}$ , os híbridos apresentaram pequena acumulação de N nos estádios iniciais, com um incremento significativo ocorrendo aos 44 DAE (8 folhas desdobradas) e um acúmulo crescente e linear até os estádios finais de desenvolvimento. Quanto ao acúmulo de P durante o ciclo, para cada DAE houve incremento de  $0,67 \text{ kg ha}^{-1}$ , ocorreu aumento significativo nos totais de P acumulado nos estádios finais, principalmente a partir dos 125 DAE (grãos farináceos). No entanto, o acúmulo de K apresentou comportamento quadrático durante o ciclo, ocorreu um primeiro pico de absorção ( $282 \text{ kg ha}^{-1}$ ) por ocasião dos 55 DAE (12 folhas totalmente desdobradas), quando se verificou um intenso crescimento vegetativo, e um segundo pico de absorção ( $313 \text{ kg ha}^{-1}$ ) na maturidade fisiológica (140 DAE), o que gerou máximo acúmulo desse nutriente na planta de milho. Os resultados encontrados para o acúmulo de K contrariam a maioria dos trabalhos realizados, ao encontrar um pico de absorção no final do ciclo.

Ainda, no mesmo trabalho, os autores evidenciaram que a acumulação de Ca pelas plantas apresentou comportamento quadrático durante o ciclo, com um primeiro pico de absorção na ocasião do florescimento (60 DAE) e um segundo pico de absorção na maturidade. O acúmulo de Mg nas cultivares apresentou comportamento linear, sendo que, as quantidades totais de Mg acumuladas nos estádios iniciais foram pequenas, e ocorreu um pequeno incremento aos 44 DAE (8 folhas desdobradas) até o final do florescimento (70 DAE). A partir do 85 DAE (grãos leitosos) houve incremento significativo no acúmulo de Mg, que cresceu de maneira linear até o final do ciclo. A acumulação de S apresentou

comportamento linear, o acúmulo de S aumentou pouco até os 71 DAE, sendo que, aos 85 DAE houve um incremento significativo no total acumulado, o máximo acúmulo de S ocorreu aos 125 DAE (grãos farináceos).

A grande variação de resultados encontrados se deve por condições do ambiente de cultivo, genótipos e fertilidade do solo. Segundo Ferreira (2009) essas alterações nas concentrações podem estar relacionada à interferência de um nutriente na absorção de outro elemento ou na disponibilidade excessiva do elemento no solo.

Estas concentrações de nutrientes são uma importante ferramenta para o monitoramento de safras de milho e, quando utilizado em conjunto ao plano de aplicação de nutrientes pode ampliar os níveis de precisão da fertilização do solo e de plantas. Além disso, em um plano de agricultura sustentável, o balanço de entradas e saídas de nutrientes no sistema é importante para definir a economia da produção e os níveis de fertilidade do solo (HECKMAN et al., 2003).

#### **3.1.4. Exportação de nutrientes do solo via produção de milho forragem**

No milho, os nutrientes têm diferentes taxas de translocação entre os tecidos (colmos, folhas e grãos), quanto à exportação dos nutrientes, quando a finalidade é produzir grãos (total de nutrientes extraídos pela planta/total de nutrientes nos grãos) o P é quase todo translocado para os grãos (77 a 86 %), seguindo-se o N (70 a 77 %), o S (60 %), o Mg (47 a 69 %), o K (26 a 43 %) e o Ca (3 a 7 %). Com base nessas taxas de exportação de nutrientes pelos grãos, nota-se que apesar do componente grão possuir grande concentração da maioria dos elementos retirados do solo, ainda sim, a incorporação dos restos culturais devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente K e Ca, contidos na palhada (COELHO, 2006).

Ritchie et al. (2003) citam que, em média, para cada megagrama de grãos produzido a planta de milho extrai do solo 24,9 kg de N; 5,9 kg de P; 26,7 kg de K; 6,6 kg de Ca; 7,9 kg de Mg; 2,5 kg de S; 66,6 g de Zn; 21 g de B; e 21,2 g de Cu. Considerando uma megagrama de grãos produzido, do total extraído do solo pela planta de milho, são exportados para os grãos 15,6 kg de N; 4,8 kg de P; 5,1 kg de K; 0,4 kg de Ca; 2,2 kg de Mg; 1,2 kg de S; 24,4 g de Zn; 3,8 g de B; e 2,1 g de Cu. Os autores concluem que uma grande parte do N e do P absorvidos pela planta é removida nos grãos que são colhidos, mas a maior parte do K absorvido é devolvida ao solo pelas folhas, colmos e outros resíduos da planta, a não ser que essas partes da planta sejam removidas para fazer silagem ou outras formas de alimentação.

Pauletti (2004) determinou a média da extração e a exportação via grãos de macro e micronutrientes em plantas de milho na fase de maturação com os resultados encontrados por diversos autores, os valores obtidos para extração e exportação respectivamente, expressos em  $\text{kg Mg}^{-1}$  para macro e  $\text{g Mg}^{-1}$  para micro, foram: N: 20,3 e 15,8; P: 4,3 e 3,8; K: 16,9 e 4,8; Ca: 3,1 e 0,5; Mg: 3,0 e 1,5; S: (extração inexistente) e 1,1; Fe: 233,3 e 11,6; Cu: 12,2 e 1,2; Zn: 44,4 e 27,6; B: 18,9 e 3,2; Mn: 37,8 e 6,1; Mo: 1,0 e 0,6.

Karlen et al. (1987) nos EUA, obtiveram produção média de  $12 \text{ Mg ha}^{-1}$  de grãos e  $24 \text{ Mg ha}^{-1}$  de MS na parte aérea e extração de 239, 44 e  $232 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, P e K respectivamente, e obtiveram relação de 2,0 Mg de massa seca da parte aérea por 1 Mg de grãos (fitomassa:grãos). No Brasil, a extração de N por unidade de grãos produzida e o rendimento de grãos na fitomassa são menores, também o maior acúmulo de MS não está necessariamente relacionado com a produção de grãos (VASCONCELLOS et al., 1983).

Von Pinho et al. (2009), avaliaram duas cultivares de milho, a GNZ2004 com potencial forrageiro apresentou produtividade de  $13,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  de grãos e  $32,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  de MS, e a cultivar P 30F33 de potencial granífero teve produtividade de  $14,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  e  $29,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  de MS. As acumulações totais de macronutrientes pelas cultivares, respectivamente, seguiram a seguinte ordem decrescente de valores (expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$ ): N: 401 e 327; K: 312 e 316; P: 92 e 76; Ca: 61 e 60; Mg: 47 e 37; e S: 30 e 24. Os autores observaram que a cultivar GNZ2004 extrai maiores quantidades de nutrientes por megagrama de grãos produzidos, apesar do menor rendimento de grãos obtido. Para rendimento de MS, o comportamento das cultivares foi o inverso, com a P 30F33 extraindo maiores quantidades de nutrientes por megagrama de MS produzida. Com isso, conclui-se que a cultivar com características forrageiras, apesar de apresentar menores concentrações de nutrientes na MS, extraiu maiores quantidades de nutrientes do solo devido à compensação pela maior produção de fitomassa.

A diferença entre a quantidade de extração total de nutrientes e a exportação pela colheita de grãos de milho, na maturidade fisiológica, ajuda-nos a ter ideia da proporção a mais de nutrientes que são exportados do solo quando a forragem é removida da área para produção de silagem. Porém, salienta-se que os valores não se equiparam quando a lavoura é destinada a ensilagem, pois os teores de nutrientes anteriormente relacionados representam o grão e a fitomassa em estágio de completa maturação fisiológica. É importante lembrar que, segundo Neumann et al. (2011), o ponto recomendado para a colheita das plantas para ensilagem encontra-se no estágio de grãos leitoso a farináceo, estando a forragem entre 30 e

35% de MS. Desta forma a relação de exportação de nutrientes é alterada, pois a planta ainda não completou seu pleno desenvolvimento, e como exposto anteriormente ainda estaria extraindo nutrientes do solo.

Entretanto, trabalhos realizados pelos mesmos autores (NEUMANN et al., 2011), comparando pontos de colheita em silagens de milho, com 30 e 40% de MS, demonstram que silagens de estágio de maturação mais elevado (farináceo a duro, 40% de MS) apresentaram melhores desempenho animal e econômico, onde o milho alcança a concretização máxima de seu desenvolvimento quanto ao enchimento dos grãos. Ainda, a modernização dos implementos de corte de forragem e o surgimento de máquinas autopropelidas podem instigar a tendência de se tardar mais o ponto de corte de forragens como o milho, pois as máquinas atuais quando bem conduzidas podem melhorar o padrão de corte das forragens e ainda manter um processamento efetivo de grãos mais secos.

**Tabela 2.** Extração média de nutrientes, concentração na massa e extração por megagrama de massa produzida pela cultura do milho destinada á produção de grãos e forragem em diferentes níveis de produtividades.

Tipo de exportação	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Nutrientes extraídos <sup>1</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )					Concentração (% na massa)					Extração por megagrama de massa produzida (kg Mg <sup>-1</sup> )				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Grãos	5.800	100	19	95	17	17	1,72	0,33	1,64	0,29	0,29	17,24	3,28	16,38	2,93	2,93
	7.870	167	33	113	27	25	2,12	0,42	1,44	0,34	0,32	21,22	4,19	14,36	3,43	3,18
	9.170	187	34	143	30	28	2,04	0,37	1,56	0,33	0,31	20,39	3,71	15,59	3,27	3,05
	10.150	217	42	157	32	33	2,14	0,41	1,55	0,32	0,33	21,38	4,14	15,47	3,15	3,25
Forragem (MS)	11.600	115	15	69	35	26	0,99	0,13	0,59	0,30	0,22	9,91	1,29	5,95	3,02	2,24
	15.310	181	21	213	41	28	1,18	0,14	1,39	0,27	0,18	11,82	1,37	13,91	2,68	1,83
	17.130	230	23	271	52	31	1,34	0,13	1,58	0,30	0,18	13,43	1,34	15,82	3,04	1,81
	18.650	231	26	259	58	32	1,24	0,14	1,39	0,31	0,17	12,39	1,39	13,89	3,11	1,72

FONTE: Modificado de Coelho e França (1995) citado por Coelho (2006).

<sup>1</sup>Para converter P em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K em K<sub>2</sub>O; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66, respectivamente.

O exemplo demonstrado por Coelho (2006) na Tabela 2, ajuda a esclarecer as relações de extração de nutrientes de lavouras destinadas à produção de silagem ou colheita de grãos, e devido à grande variação entre os níveis de exportação, a apresentação de valores em concentração de nutrientes na forragem (% na MS da forragem) e extração para cada megagrama de MS produzida contribuem para melhor compreensão dos resultados. Porém, os respectivos valores de exportação por níveis de produção para grãos ou silagem não podem ser relacionados, pois provém de lavouras diferentes, ou seja, a lavoura que produziu 11,6 Mg

de MS de silagem não é a mesma que produziu 5,8 Mg de grãos, deduzido devido aos valores de P e K informados.

Esta é outra questão importante que deve ser melhor estabelecida, pois, para obtermos a relação exata entre a diferença da exportação pela silagem e a exportação pela colheita dos grãos deve-se analisar os teores de nutrientes das massas produzidas (grãos ou forragem) da mesma lavoura e em seus exatos pontos de colheita.

De acordo com a Tabela 2, o nutriente de maior impacto quando comparamos o tipo de exportação é o K, para a produção de grãos ocorre uma extração entre 95 a 157 kg ha<sup>-1</sup> de K. No entanto, quando se produz forragem a exportação observada foi de até 259 kg ha<sup>-1</sup> de K, fator que pode levar ao desgaste precoce do solo quanto a esse nutriente (COELHO, 2006). Levando em consideração esta problemática, Jaremtchuk et al. (2006) avaliaram a exportação de K em 5 cultivares de milho colhidas em duas alturas de corte para a produção de silagem, 20 e 40 cm do solo, verificou-se que a extração de K oscilou entre 52,95 e 74,05 e entre 47,53 e 59,06 kg ha<sup>-1</sup> para as alturas de 20 e 40 cm respectivamente. A elevação na altura de corte reduziu em média 19,15% a extração de K, o qual deverá retornar para o solo.

Existem também outras espécies como o sorgo e a cana-de-açúcar que são largamente exploradas com fins forrageiros, e seguem a mesma problemática quanto à manutenção da sustentabilidade de produção. Franco (2011) avaliando duas cultivares de sorgo obteve produção de 18,3 Mg ha<sup>-1</sup> de MS para a BRS 610 (forrageiro) e 15,5 Mg ha<sup>-1</sup> de MS para a DKB 599 (granífero), observou acúmulos de 288,97 e 318,99 kg ha<sup>-1</sup> de N; 48,73 e 61,78 kg ha<sup>-1</sup> de P; 331,19 e 251,26 kg ha<sup>-1</sup> de K; 104,30 e 83,27 kg ha<sup>-1</sup> de Ca; 34,16 e 34,74 kg ha<sup>-1</sup> de Mg; 19,82 e 21,78 kg ha<sup>-1</sup> de S, respectivamente para as cultivares BRS 610 e DKB 599.

Quando comparamos o acúmulo de nutrientes do sorgo no trabalho de Franco (2011) com o acúmulo no milho obtido por Von Pinho et al. (2009), o sorgo apresentou menores produções de MS e extração de nutrientes (N, P, K, Mg e S) por hectare, porém, a extração de todos os nutrientes proporcionalmente a fitomassa produzida foram maiores para a cultura do sorgo, onde na média das cultivares o sorgo apresentou extração de 6,6; 7,1; 0,7; 3,6; 0,7; 0,4 kg Mg<sup>-1</sup> a mais que a cultura do milho para N, K, P, Ca, Mg e S respectivamente. Portanto, o milho apresentou maior produção de fitomassa e extração de nutrientes por hectare, contudo, o sorgo extraiu maior quantidade de nutrientes em relação a MS produzida.

Oliveira et al. (2010a), avaliando 11 cultivares de cana-de-açúcar obtiveram rendimento médio de 195 Mg ha<sup>-1</sup> de colmo. A extração de nutrientes na parte aérea da cana-

planta apresentou, em média, valores de 179, 25, 325, 226 e 87 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, o que proporcionou a seguinte ordem decrescente de extração: K > Ca > N > Mg > P. A exportação média de N, P, K, Ca e Mg pelo colmo das variedades irrigadas foi de 92; 15; 188; 187; e 66 kg ha<sup>-1</sup>, correspondendo, respectivamente, a 51, 60, 58, 83 e 76 % de todo o nutriente extraído na parte aérea da cana-planta. Para produção de um megagrama de colmo por hectare, foram exigidos pelas variedades, durante o ciclo de cana-planta, valores médios de 0,92; 0,13; 1,71; 1,18; e 0,44 kg de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Oliveira et al. (2010b), com o objetivo de avaliar a produção e extração de nutrientes de diferentes forrageiras, implantaram um experimento com as culturas do milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol e obtiveram produções de 21,0, 19,6, 23,1, 15,9 Mg ha<sup>-1</sup> de MS respectivamente. Os valores de exportação para a cultura do milho foram de 199,3 kg ha<sup>-1</sup> de N; 28,9 kg ha<sup>-1</sup> de Ca; 33,1 kg ha<sup>-1</sup> de P; 208,1 kg ha<sup>-1</sup> de K; 26,5 kg ha<sup>-1</sup> de Mg; e 11,2 kg ha<sup>-1</sup> de Na. Comparativamente, a cultura de girassol extraiu a maior quantidade de Ca (136,9 kg ha<sup>-1</sup>), K (380,5 kg ha<sup>-1</sup>) e Mg (54,5 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto o sorgo-sudão apresentou a maior extração de P (46,1 kg ha<sup>-1</sup>), a extração de N não diferiu entre as culturas apresentando média de 206,2 kg ha<sup>-1</sup>. Os autores concluíram que as culturas de milho e sorgo forrageiro apresentam maior produção de MS, já a extração de minerais é maior na cultura do girassol.

### **3.1.5. Considerações finais**

O cultivo do milho para a produção de forragem promove maior exportação de nutrientes do solo quando comparado com a colheita apenas de grãos, além de que, os níveis de exportação são altamente dependentes de variáveis como clima, genótipo, características de cultivo e níveis de produção obtida. De maneira geral, a colheita para forragem extrai do solo potássio e nitrogênio em maiores quantidades, seguidos por cálcio, magnésio e fósforo respectivamente, porém, quando se colhe apenas os grãos ocorre maiores exportações de nutrientes na ordem decrescente de nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio. Contudo, apesar do alto potencial de produção de forragem e conseqüentemente extração de nutrientes, o milho não necessariamente é a espécie forrageira que promove maior esgotamento de nutrientes do solo por unidade de forragem produzida.

## **3.2. Importância da cultura do milho para produção de forragem conservada (silagem)**

### **3.2.1. Considerações iniciais**

Animais ruminantes apresentam grande vantagem nutricional, em relação a outros animais, por aproveitar mais eficientemente a energia contida nas frações fibrosas dos vegetais. Por isso, os sistemas de produção de bovinos são intimamente atrelados à produção de plantas forrageiras. A base forrageira da pecuária no Brasil constitui-se principalmente por pastagens tropicais, as quais permitem bons índices zootécnicos durante as estações quentes.

No entanto, a sazonalidade climática gera características de estacionalidade no desenvolvimento das plantas forrageiras, interferindo em sua produção. Existem épocas de ocorrência de déficit forrageiro, tanto em quantidade como em qualidade, reduzindo significativamente a produção e produtividade dos sistemas pecuários. Portanto, para que a atividade torne-se mais rentável financeiramente, no decorrer de todo o ano, faz-se necessário o emprego estratégico de alternativas alimentares aos animais que permitam fluxo contínuo de produção. Deste modo, é possível contribuir também com a função social de produzir oferta constante de alimentos para a população humana. (VELHO, 2005)

Fancelli e Dourado Neto (2000) inferem que a utilização do método de ensilagem é a forma mais adequada de se promover a correta conservação de alimentos volumosos produzidos na estação favorável ao desenvolvimento das principais espécies vegetais empregadas na alimentação animal.

A conservação de forragens proveniente da técnica de ensilagem ocorre por meio da fermentação láctica favorecida pela formação de um ambiente anaeróbico internamente no silo, onde os principais agentes fermentadores são as bactérias lácticas que metabolizam os açúcares, produzindo em maior quantidade o ácido láctico (BERNARDES, 2006).

Este processo possibilita dispor o alimento conservado ao rebanho em situações de períodos de estacionalidade de produção das plantas forrageiras, saciando a necessidade de manutenção dos animais (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O milho é considerado a cultura padrão para ensilagem, por fatores como a tradição no cultivo, elevada produtividade e bom valor nutricional. A silagem de milho é uma alternativa de alimento fundamental na cadeia produtiva intensiva tanto de bovinos de corte como de leite. Isto se deve aos altos índices de produtividade da cultura, estabilidade de produção, valor nutritivo e concentração de energia do alimento obtido (NEUMANN, 2006).

Com outro foco, em sistemas intensificados de produção pecuária, se faz necessário o maior aporte de energia na dieta dos animais. A silagem de planta inteira de milho torna-se um excelente representante de alimento energético misto (volumoso e concentrado). Sendo considerada imprescindível em operações que visam obter alta produtividade. Possibilitando também a redução de custos com alimentos concentrados, devido ao alto percentual de grãos na massa, porém sem comprometer o desempenho animal (NEUMANN et al., 2011).

Segundo Neumann et al. (2011), o emprego da tecnologia “silagem de milho na alimentação animal” com o pensamento de utilização em períodos de escassez de alimentos tornou-se obsoleto. O uso deste alimento para fins apenas de “matar a fome” dos animais não estabelece nenhuma relação com incremento de produtividade e redução de custos de produção via melhoria do desempenho animal, sendo este o potencial e objetivo a ser alcançado pela adoção da produção de silagem de milho para a alimentação do rebanho.

### **3.2.2. Características da produção de silagem com a cultura do milho**

Em passado recente, a produção de milho para silagem visava basicamente o rendimento de massa verde, dando ênfase a plantas de porte alto. Porém, atualmente, observa-se mudança neste foco devido à percepção do potencial superior possível de ser alcançado com o emprego da cultura para fins forrageiros. O milho na forma de silagem caracteriza-se como de elevado potencial de rendimento de massa seca, elevado valor energético, excelente palatabilidade, alta digestibilidade e de fácil adaptação à mecanização (GARBUIO, 2008).

Segundo Nussio et al. (2001), quando se tem por objetivo a obtenção de elevado valor energético nas silagens, deve-se considerar que os melhores genótipos para a produção de grãos também podem ser os melhores para a produção de forragem. Contudo, devem conter fibras de alta digestibilidade e elevada produtividade de MS por área. Neste contexto, sugerem que os programas de seleção de genótipos de milho recomendados para a produção de silagem de alta qualidade devem ser estabelecidos com base em dois fatores: percentagem de grãos na massa ensilada e, quantidade e qualidade da fração fibrosa.

Em 2002, estimava-se que a área semeada com milho visando à produção de silagem no Brasil era de, aproximadamente, 10% da área total, ou seja, cerca de 1,2 a 1,3 milhões de hectares (SILVA, 2002). Já em 2008, estimava-se que aproximadamente 800 mil hectares eram cultivados com milho destinado para produção de silagem, e perceptivelmente, apresentando crescimento a cada ano (MORAES e SANTOS, 2008). No período entre as

estimativas, a cultura apresentou crescimento de 19,5% no total de área cultivada no Brasil, no entanto, as estimativas demonstraram redução da área cultivada para produção de silagem, apesar da evidente tendência de crescimento da prática.

As estimativas promovem certa insegurança na confiabilidade dos valores, possivelmente pelo método empírico de estimação de dados. É de fundamental importância que se promovam estudos que demonstrem de forma representativa e confiável o panorama nacional da prática de ensilagem de milho forragem. Pois, a partir da identificação de um cenário com certo percentual de impacto e de mercado promissor, se faz possível o maior fomento e incentivo às pesquisas e melhoramento de técnicas e cultivares pelas empresas de melhoramento genético e venda de sementes de híbridos.

Por apresentar várias características favoráveis que justificam sua ampla utilização como planta forrageira, a cultura do milho vem sendo tradicionalmente utilizada como uma ótima opção para a alimentação de ruminantes. Dentre esses atributos, é possível destacar a flexibilidade na época de semeadura, possibilidade de colheita para grãos ou silagem, alta produção de MS por hectare em baixa frequência de cortes, possibilidade de colheita sem perda significativa de folhas (MENDES, 2006).

Nussio et al. (2001) ainda ressaltam que além destas características a planta apresenta composição bromatológica que preenchem requisitos para a confecção de uma boa silagem, como o ponto de corte com teor de MS ideal para ensilagem (30 e 35%), no mínimo 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão, elevado conteúdo energético devido ao alto teor de amido e facilidade de mecanização na ensilagem, e com isso, proporciona agilidade no processo, resultando em uma ótima fermentação microbiana.

No entanto, para produção de silagens, não se deve levar em consideração apenas a qualidade nutricional do material de origem, pois segundo Neumann (2006) a conservação de forragens na forma de silagem é um processo fermentativo anaeróbio que converte os carboidratos solúveis em ácidos orgânicos mediante atividade microbiana. Portanto, a qualidade da silagem depende da eficiência deste processo fermentativo e das condições que a determinam. Perdas devido a um processo de ensilagem incorreto são bastante comuns, e normalmente os erros cometidos nesta fase determinam a qualidade do produto final.

A cultura do milho tem sido a forrageira de maior utilização no processo de produção de silagem, porém, para manter uma relação custo benefício equilibrada, é de fundamental importância o efetivo gerenciamento da prática. Onde, o uso de máquinas e equipamentos

aliados a informações técnicas como época de corte, tamanho de partícula, compactação, vedação e manejo do silo, são fatores que, se não forem observados, podem causar perdas qualitativas e quantitativas no processo como um todo (FERREIRA, 1990).

Para que se possa obter sucesso com a implementação da tecnologia silagem de milho, é necessário realizar um bom planejamento, pois o cultivo do milho representa um investimento financeiro significativo na propriedade e deve ser explorado ao máximo o potencial da cultura, os quais devem ser expressos em produção animal. Assim, a época de semeadura, associado a adubação, controle de pragas e doenças, juntamente com condições climáticas e práticas de manejo, respondem pelo potencial da cultura, influenciando no seu processo produtivo (ZANETTE, 2010).

### **3.2.3. Características desejáveis de híbridos de milho para silagem**

Dependendo das condições climáticas e manejo adotado, cultura do milho apresenta elevado potencial de resposta de rendimento de massa seca. Cruz et al. (2000) comparando 20 genótipos de milho, verificaram que a produção total variou de 14,56 a 22,87, com média geral de 18,13 Mg ha<sup>-1</sup> de MS. Já Jaremtchuk et al. (2005) em experimento avaliando 20 híbridos para produção de silagem, obtiveram média de rendimento de 20,7 Mg de MS ha<sup>-1</sup>.

Atualmente a pesquisa vem avaliando diferentes híbridos de milho comerciais para produção de grãos que tenham características particulares à obtenção de silagem de alto valor nutritivo e qualidade, sendo direcionados à alimentação animal, onde se diferenciam os híbridos em função da realização de ensaios com desempenho animal. Busca-se associar produtividade de nutrientes por unidade de área, operacionalização do processo de confecção da silagem por meio de escolha de híbridos com estabilidade produtiva e de “janela de colheita”, baixos teores e maior digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) contida na MS da silagem e comprovada resposta animal (NEUMANN et al., 2011).

Segundo Neumann et al. (2011), um híbrido com boas características para produção de silagem deve apresentar menos de 5 folhas secas por planta, altura de planta entre 1,9 e 2,6 m e espiga de 0,8 a 1,2 m, produção de MV acima de 55 Mg ha<sup>-1</sup>, MS acima de 18 Mg ha<sup>-1</sup> e mais que 7 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos. A taxa de secagem diária da planta não deve exceder 0,5% dia<sup>-1</sup>, proporcionando estabilidade nutricional, ou janela de corte, acima de 10 dias. Ainda, devem apresentar menos de 25% de colmo, acima de 15% de folhas, menos de 20% de brácteas e sabugo e mais de 40% de grãos na ensilagem.

Dentre as qualidades em uma forrageira, têm-se buscado espécies que possuam baixos teores de FDN e com taxa de digestão mais elevadas, condizentes com o desempenho de animais de alta produção. Silagens de milho com teores de FDN entre 37 e 45% na MS proporcionam maior ingestão de alimento e conseqüentemente melhores desempenhos, tanto para vacas de leite como para novilhos de corte (VELHO, 2005).

De acordo com Mertens (1994), dietas ricas em fibra limitam o potencial de consumo de alimentos pelos animais, limitando também seu desempenho, e quanto maior o conteúdo de fibra maior a limitação de consumo, exercida pelo mecanismo de distensão do retículo-rúmen. A FDN é nutricionalmente importante para ruminantes não apenas por representar a porção orgânica parcialmente digestível ou de lenta digestão dos alimentos volumosos, mas também por exercer efeito de estímulo à ruminação e manutenção da sanidade ruminal.

Segundo Velho (2005), o milho como planta forrageira permite alcançar maior desempenho no ruminante, pelo fato do teor de FDN possível de ser obtido (até 50% na MS) favorecer o maior consumo de MS pelo animal. O grande problema do ruminante de alta produção é aumentar sua ingestão de alimento para suprir suas necessidades nutricionais, sem prejuízo aos processos fisiológicos no rúmen, promovido pelo consumo adequado de volumoso. A planta inteira de milho, verde ou na forma de silagem, permite maior consumo face ao teor de FDN relativamente baixo e de maior taxa de fermentação, proporcionando esvaziamento mais rápido do rúmen.

#### **3.2.4. Desempenho de bovinos de corte alimentados com silagem de milho**

Johnson et al. (1999) em revisão sobre o valor nutritivo da silagem de milho, relataram que a maturidade da planta afeta os teores de amido, FDN, fibra em detergente ácido (FDA) e, conseqüentemente, a digestibilidade da silagem produzida. Os autores recomendam que a seleção de genótipos para silagem seja realizada por meio da identificação de híbridos que mantenham a qualidade da haste, enquanto a quantidade de grãos aumenta com o avanço da maturidade da planta, sendo uma estratégia lógica para o aumento da qualidade da silagem.

O processo de ensilagem é iniciado a partir do momento em que o teor de MS da planta está apropriado para o armazenamento e apresenta bons rendimentos. Segundo Wiersma et al. (1993), deve-se respeitar o intervalo de 30 a 40% de MS da planta. Já Bal et al. (2000), consideram como interessante o teor de 30 a 35% de MS. Nussio (1990), não recomendava a colheita com teores de MS acima de 37%, pois as folhas encontram-se mais

secas, acarretando maiores perdas durante o corte, além de dificultar a compactação e a eliminação do ar da massa do silo. Colheitas antes deste momento causam fermentação indesejável, perdas por lixiviação de nutrientes no silo, baixo teor energético e aceitabilidade pelos animais. Após estes intervalos, ou seja, plantas mais “secas” ocasionam perdas de qualidade, pois pode acarretar ineficiente picagem, processamento de grãos e compactação, levando a má conservação devido ao excesso de oxigênio no silo.

Mais recentemente, com a evolução dos maquinários e tecnologias de processo que compõe as fases da ensilagem, tem se observado a viabilização da confecção de silagens de milho em estádios mais avançados (acima de 40% de MS), proporcionando máxima exploração do potencial de produção de amido, no entanto, sem causar prejuízos ao processamento das partículas de grãos e forragem. Os maquinários modernos de ensilagem e desensilagem, quando bem regulados, proporcionam eficiente picagem da massa. Porém, ainda existe deficiência de estratégias para eficiente compactação do material mais seco.

Neumann et al. (2011) avaliaram o desempenho de novilhos de corte em confinamento alimentados com silagens de milho oriundas da colheita das plantas com 30% ou 40% de MS, e observaram maior ganho de peso (1,681 vs 1,474 kg dia<sup>-1</sup>) e melhor conversão alimentar (6,12 vs 6,77 kg kg<sup>-1</sup>) em animais alimentados com silagens de plantas colhidas mais maduras. No mesmo experimento, avaliando o efeito de um processador de grãos acoplado em uma ensiladeira comercial, obtiveram maior ganho de peso em animais alimentados com silagens mais secas e colhidas com o equipamento processador de grãos (1,704 kg dia<sup>-1</sup>), em relação aos alimentados com silagens mais úmidas e sem uso do processador (1,379 kg dia<sup>-1</sup>).

Pereira et al. (2011), computando resultados de literaturas, desenvolveram uma análise bioeconômica da utilização de silagens de diversas espécies forrageiras cultivadas no Brasil para a alimentação de bovinos de corte em confinamento. Os autores concluíram que o uso de silagem de milho ou sorgo promovem melhor desempenho em bovinos de corte confinados, em comparação a silagem de cana-de-açúcar e silagens ou fenos de capins. A silagem de cana-de-açúcar apresentou menor custo de produção de MS devido ao alto potencial de produção, porém, os menores custos de produção de nutrientes digestíveis totais foram observados em silagens de milho e sorgo, apresentando-se maior em silagens de capins e soja. Na análise econômica das silagens em dietas para ganhos de 1,0 e 1,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, as silagens de milho e sorgo foram as mais atrativas economicamente, tanto para aspectos de receita por animal como por unidade de área cultivada.

### **3.2.5. Considerações finais**

Concordando com as inferências de Pereira et al. (2011), a decisão sobre estratégias alimentares com forragens deve ser tomada com base em diversos fatores, entre eles, o nível de produção animal pretendido, o valor nutritivo da forragem, a aptidão e produtividade agrícola da região, o clima, os recursos de produção da forrageira, a disponibilidade de recursos financeiros e materiais, a disponibilidade e preços de alimentos concentrados, a capacidade de gerenciamento de riscos e o nível cultural dos produtores.

Na avaliação bioeconômica da espécie forrageira a ser usada, deve-se considerar preferencialmente a que disponibilize maior receita por unidade de área de cultivo em relação à promoção de ganho animal individual. Ou seja, a qual apresente alta capacidade de suporte alimentar e desempenho animal satisfatório. Sendo assim, a silagem de milho é a forragem conservada de maior valor bioeconômico para a terminação de bovinos em confinamento.

### **3.3. Terminação de bovinos em confinamento com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiros**

#### **3.3.1. Considerações iniciais**

Nos sistemas de produção animal, a cultura do milho representa uma fonte de alimento fundamental aos animais. Isto se deve ao seu alto teor energético e elevada produtividade de energia digestível por unidade de área, além de apresentar versatilidade de utilização, podendo ser utilizada como alimento concentrado, ou misto quando colhida como forragem. Concomitantemente, a terminação de bovinos de corte em confinamento caracteriza-se por ser uma atividade que propicia maior controle de produção, porém de custo elevado, onde se espera maximização de resultados zootécnicos. Portanto, exige maior concentração de nutrientes na dieta para que os animais possam apresentar desempenho elevado, qualidade de acabamento nas carcaças e padrão nos cortes cárneos (MISSIO, 2007).

O Brasil está localizado em uma região tropical caracterizada pelo alto potencial de produção forrageira, onde tradicionalmente se utilizavam dietas com maior teor de alimentos volumosos, até mesmo em confinamento. Na década de 90, se definiu que rações convencionais fornecidas em confinamentos nacionais eram aquelas que continham entre 50 e 80% de alimentos volumosos, mais recentemente, os volumosos têm representado cerca de 40 a 60% do total das dietas, sendo que as maiores plantas de confinamento nacionais vêm utilizando cerca de 60% de concentrado nas rações (CERVIERI, 2009).

Millen et al. (2009), realizaram um levantamento com 31 nutricionistas que atuam em confinamentos no Brasil, responsáveis por um total de 3.163.750 animais confinados. Os resultados obtidos indicam a que a participação de volumoso encontrava-se em torno de 28,8%, e as principais fontes de forragens utilizadas entre os nutricionistas eram cana-de-açúcar picada (32,3%), silagem de milho (25,8%), silagem de sorgo (22,6%) e bagaço de cana cru (9,2%). A principal fonte de grãos foi o milho, utilizado por 79,3% dos entrevistados, já o sorgo foi considerado a fonte primária de grãos por 20,7% dos nutricionistas. Somente 6,5% dos participantes utilizavam mais de 66% de grãos nas dietas, 42% utilizavam até 50% e 51,6% utilizavam entre 51 e 65% de grãos nas rações. Quanto à participação de alimentos concentrados, somente 3,2% utilizavam entre 41 e 55%, 19,4% forneceram entre 81 e 90% e 77,4% entre 56 e 80% de concentrado na dieta total. Cerca de 80% dos nutricionistas utilizavam alguma fonte de subprodutos em suas formulações.

Já em pesquisa realizada com nutricionistas norte-americanos, Vasconcelos e Galyean (2007), observaram que 41,38% dos nutricionistas utilizavam mais de 80% de grãos, enquanto que no Brasil, nenhum nutricionista utiliza mais de 80% de grãos em suas formulações. Galyen e Gleghorn (2001), em pesquisa realizada por meio de questionário respondido por 19 consultores atuantes nos maiores confinamentos dos Estados Unidos, verificaram que as dietas de acabamento em animais confinados continham de 4,5 a 13,5% de forragem na MS total da ração, com uma média de 9%.

Um dos fatores causadores do crescimento dos confinamentos e evolução das rações é o expressivo aumento da produção agrícola do país, a grande oferta de grãos e seus co-produtos nas áreas próximas à pecuária consolidaram a fase de expansão do sistema, pois, o confinamento está totalmente atrelado à produção de grãos, farelos e co-produtos e aos custos de aquisição destes insumos (CERVIERI, 2009). O aumento da produção agrícola de grãos nos últimos anos fez com que dietas com níveis elevados de concentrado passassem a ser avaliadas com maior interesse pelos nutricionistas de bovinos.

De acordo com Silva (2009), com as grandes transformações em que vive a pecuária brasileira, principalmente com o crescimento dos grandes confinamentos, torna-se necessário desenvolver estratégias nutricionais com altos teores de concentrados. Visando com isso, obter como benefícios a melhoria no desempenho produtivo, manipulação na deposição de gordura de acabamento e marmoreio, com efeitos no crescimento da carcaça e na qualidade de carne de animais confinados, baixar os gastos com dietas elaboradas, bem como, diminuir os custos operacionais na sua confecção e distribuição aos animais.

A utilização de dietas com maior proporção de alimentos concentrados, cerca de 70 a 90% da MS total da dieta, traz benefícios sobre o desempenho, custos de produção e operacionalização do confinamento (KATSUKI, 2009). Por consequência disto, a mão-de-obra, tempo de confinamento, desperdícios de alimentos, investimentos em máquinas e instalações serão racionalizados, com reflexo positivo na rentabilidade da atividade.

Recentemente nas engordas em confinamento têm-se observado a utilização de dietas com pouca ou isenta participação de forragens, constituídas totalmente de alimentos concentrados, fato normalmente evidenciado em épocas de maior acessibilidade de preços dos componentes da ração, que na grande maioria se constitui de grãos de milho. Embora para muitos pecuaristas represente uma novidade, a tecnologia é praticada desde a década de 70 nos países norte-americanos. Já no continente sul-americano é mais explorada em países

vizinhos como a Argentina, onde é utilizada amplamente por questões climáticas que impossibilitam a produção constante de volumosos, porém, o milho é de baixo custo e abundante, possibilitando o confinamento de novilhos com tenra idade e baixo peso, visando poupar matrizes de morte por inanição pela escassez de forragem (GRANDINI, 2009).

Diversos fatores, incluindo a maior densidade energética, facilidade de transporte, estocagem e misturas de grãos, praticidade no arraçamento têm conduzido à adoção de dietas de alto concentrado em oposição às dietas de menor densidade energética advindas das forragens. Desse modo, o valor nutricional é mais previsível em grãos do que em forragens, o que permitem aos produtores terminar os bovinos de maneira consistente e uniforme com menor logística (SILVA, 2009). Além de que, rações mais secas possibilitam a realização de um menor número de tratamentos, proporcionando a redução dos custos, tornando a atividade mais rentável (BULLE et al., 1999).

### **3.3.2. Conceito, aspectos nutricionais e alimentares relacionados à dieta 100% concentrado**

Existe certa divergência observada no momento de denominar dietas a base de alimentos concentrados. É de grande importância direcionar maior atenção quanto ao nível, presença ou ausência de alimentos volumosos na ração. Algumas literaturas generalizam as características da ração e não levam em consideração se há ou não a fração volumosa na dieta, portanto, conceitos como: “dietas de alto concentrado; dieta de alto grão; dieta de grão inteiro, etc.” são sugestivos de rações com baixa inclusão de volumosos (5 a 20% da MS), por isso denominamos neste trabalho como “dieta 100% concentrado” aquela onde se exclui totalmente a fração volumosa da alimentação dos bovinos, neste caso, composta por 80% de grãos de milho inteiro e 20% de núcleo proteico, vitamínico e mineral. De forma a seguir o modelo norte-americano, onde é possível encontrar literaturas denominando estas dietas com termos como: “100% concentrate diets” e “all-concentrate diets” (VANCE et al., 1972; WOODY et al., 1983; LOERCH, 1991; MURPHY e LOERCH, 1994).

Na maioria dos casos, a prática de dietas 100% concentrado tem sido realizada com a utilização de grãos de milho inteiro, o qual compõe de 75 a 95% da ração, juntamente com um núcleo proteico, vitamínico e mineral, formulado com teor de proteína bruta acima de 30%, com níveis de minerais suficientes para suprir às exigências dos animais, devendo ser ajustada a porcentagem de inclusão na dieta conforme as recomendações da empresa

fabricante. Katsuki (2009) trabalhando com 85% de milho inteiro e 15% de inclusão de um concentrado proteico, vitamínico e mineral, encontrou composição bromatológica na MS da dieta de 83,26% de nutrientes digestíveis totais, 14,48% de proteína bruta (PB), 4,3% de extrato etéreo, 9,44% FDN, 3,94% de FDA, fibra em detergente neutro efetivo (FDNe) de 7,7%, amido de 59,7%, matéria mineral de 5,35% e 25,41 ppm de monensina sódica. A FDNe foi calculada considerando-se 100% de efetividade na fibra em detergente neutro do milho.

Contudo, também pode ser realizada obtendo resultados satisfatórios com a substituição de parte do milho por outros cereais como aveia (15 a 20%), e utilizando farelo de girassol como fonte de proteína (PORDOMINGO et al., 2002). Incluir até 15% de casca de soja na ração (KATSUKI, 2009). Utilizar grãos de milho, trigo ou sorgo em diferentes processamentos (STOCK et al., 1990). Ou até mesmo dietas a base de alimentos concentrados com caroço de algodão (16% da dieta) (SILVA, 2009).

Pordomingo et al. (2002), testando dietas 100% concentrado compostas por 74% de grãos de milho inteiros, 23% de farelo de girassol, 0,25% de uréia e 3% de mineral, obtiveram teores na dieta de 14% de PB, 17% de FDN, 11,7% de FDA, 76,5% de digestibilidade “in vitro” da MS e suprimento de apenas 75% da FDNe requerida pela categoria de novilhos que trabalharam. Em outro tratamento, diferente apenas pelo fornecimento de 60% de grãos de milho inteiros e 15% de grãos de aveia, encontraram teores de 14% de PB, 20% de FDN, 13% de FDA, 76% de digestibilidade “in vitro” da MS e suprimento de 85% da FDNe requerida.

Na maioria dos casos, uma vez que o milho comporá entre 75 a 95% da dieta, e o teor de amido deste ingrediente situa-se na faixa de 70%, temos que o maior componente de energia será de carboidrato não estrutural, compondo 52 a 66% da dieta. O uso de dietas a base de milho inteiro, sem fonte de volumosos de fibra longa ou mesmo volumoso algum, tem como vantagem obter o máximo benefício de conversão alimentar, sem emprego de processamentos mais modernos (GRANDINI, 2009).

Conforme Pordomingo et al. (2002), a utilização de dietas sem volumosos, baseadas em grãos de cereais inteiros juntamente com uma fonte proteica para animais em confinamento não impede a expressão de um alto ritmo de desenvolvimento e engorda, podendo atingir desempenho semelhante ou superior a dietas balanceadas com fibra efetiva. Segundo Katsuki (2009), o milho inteiro produz estímulo suficiente para ruminção e motilidade ruminal, permitindo eliminar a necessidade de fibra longa nas rações de alto teor de concentrado, no entanto, a inclusão de fontes de fibra não forragem pode melhorar o

padrão da fermentação ruminal, manter o pH elevado e proporcionar maior consumo.

A função do grão de milho inteiro nestas rações, além de prover o fornecimento de energia, é promover uma maior mastigação e salivação, com conseqüente elevação do pH ruminal, atuando na redução da acidose subclínica e um maior consumo quando comparado com rações contendo o grão de milho processado (STOCK et al., 1995). O fornecimento de milho inteiro representa uma segurança adicional, pois a energia contida nos grãos somente é liberada a medida da extensão da ruminação, e também pela estrutura física da dieta, cujo tamanho de partícula, por si é responsável pelos estímulos à ruminação (GRANDINI, 2009).

Em revisão de literatura, Owens et al. (1997) computaram 419 trabalhos norte americanos envolvendo 16.228 animais em confinamento, consumindo dietas com grãos de milho sob diferentes formas de processamento. Concluíram que o fornecimento de grãos de milho inteiros na ração não surte efeitos negativos ao ganho de peso, porém, promove leve depressão no consumo de MS e melhores resultados de conversão alimentar quando comparado a grãos úmidos ou secos processados, perdendo apenas para grãos floculados. Os autores ressaltam que em dietas com alta porcentagem de alimentos concentrados e baixa quantidade de fibra, o milho inteiro pode contribuir para o ajuste da efetividade física da dieta propiciando maior salivação e pH ruminal, podendo amenizar quadros de acidose sub-clínica. Além da necessidade de se considerar os custos com o processamento dos grãos.

De acordo com Katsuki (2009), as rações de confinamentos de gado de corte possuem baixa necessidade da fibra, e seu fornecimento é frequentemente uma limitação operacional e econômica, portanto, adequação de rações às novas demandas prima pelo ajuste da fração mínima de fibra, cuja função neste caso é exercer um efeito mais mecânico do que nutritivo, onde o principal objetivo da fibra é promover a ruminação, a salivação e conseqüentemente reduzir o risco de acidose sem afetar o resultado produtivo. No entanto, segundo Mertens (1994) a alimentação de bovinos com rações contendo níveis muito baixos de fibras, podem apresentar desempenho inferior do que quando são tratados com rações contendo cerca de 6% de FDN, além disso, devem-se observar os valores mínimos de FDN fisicamente efetivo (FDNef) na ração, proveniente de alimentos concentrados e/ou volumosos.

A recomendação tradicional para manter o adequado consumo de fibra efetiva em bovinos é o fornecimento mínimo de 26 a 28% de FDN na ração, onde 75% devem ser provenientes de forragens (CLARK e ARMENTANO, 1993). Segundo Mertens et al. (1994) a recomendação de consumo de FDN para eficiência de produção e prevenção de distúrbios

metabólicos é de  $1,2\% \pm 0,1\%$  do peso vivo. Silva (2009), trabalhando com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiros e incluindo 10% de casca de soja, obteve 33% de FDN na dieta, ainda com este valor elevado, os animais apresentaram consumo de 0,53% do peso vivo em FDN, muito abaixo do recomendado.

O comprimento adequado das partículas da dieta é necessário para função apropriada do rúmen, sua redução causa diminuição no tempo de mastigação tendência à diminuição do pH do rúmen, paralelamente, partículas alimentares longas demais promovem maior seleção da ração pelos animais, e resulta que por fim a dieta consumida é muito diferente da originalmente formulada. Assim, a orientação de avaliação para dietas de bovinos de alta produção é de 2 a 8% das partículas na peneira superior (>19 mm), 30 a 50 % na peneira do meio e peneira inferior (19 a 8 mm e 8 a 1,67 mm), e não mais do que 20% no fundo da peneira (<1,67 mm), (HEINRICHS e KONONOFF, 2002). Mertens (1997) cita que um simples sistema para estimar a FDN fisicamente efetiva por meio de medidas químicas e físicas no laboratório pode ser baseado na concentração de FDN e proporção da partícula retida na peneira de 1,18 mm.

Pordomingo et al. (2002), afirma que grão de milho inteiro funciona como um estímulo suficiente para a ruminação e função ruminal, permitindo eliminar a necessidade de fibra longa proveniente do feno em rações de alto teor de grão para bovinos em confinamento. No mesmo sentido, Katsuki (2009) infere que o tamanho do grão de milho inteiro obriga o animal a ruminá-lo, proporcionando ao FDN do milho uma efetividade física de 100%.

Partículas entre 1,5 e 2,0 mm tem alta resistência à passagem através do orifício retículo-omasal de bovinos (ULYATT et al., 1986), portanto, propensas a regurgitação e ruminação. Silva (2009) encontrou na dieta com 75% de grãos de milho inteiro e 10% de casca de soja, 33% de FDN e 8,17% de FDNef, sendo que 25% do FDN ficou retida na peneira de 1,18 mm. A distribuição de partículas da dieta ficou com 75% retida em uma peneira de 7,87 mm, podendo considerar que a maior parte dos grãos de milho possui dimensões superiores a esta, e 24% ficou retida na peneira de 1,18mm. A dieta não atingiu os valores recomendados para a distribuição das peneiras, o autor sugere que a avaliação da distribuição do tamanho de partículas e FDNef pelo método das peneiras não seja o mais adequado para este tipo de dieta. Segundo Kononoff et al. (2003) o método das peneiras possui maior eficácia de avaliação de distribuição das partículas em dietas totalmente misturadas com 40 a 60% de concentrado.

Contudo, em um pensamento calculista, estas recomendações são interessantes quando se formula dietas para animais onde busca-se longevidade, entretanto, para bovinos de corte, existe a possibilidade de infringir estas recomendações e abater os animais antes mesmo do aparecimento de distúrbios sanitários decorrentes da falta de fibra.

Quanto ao aspecto prático do arraçamento, Grandini (2009) relata que quando volumosos são adicionados às dietas permitem melhorar a uniformidade de mistura das rações e evitar seleção dos ingredientes, proporcionando consumos constantes e prevenção contra sobrecargas alimentares.

No entanto, quando excluimos a fração volumosa, elevamos o teor de MS da dieta, fator que prejudica a uniformidade da mistura da ração. Principalmente se em dietas com milho inteiro forem utilizadas outras fontes de alimentos finamente triturados como concentrados farelados, os quais sem sombra de dúvida irão segregar no cocho e proporcionar consumo de nutrientes diferente do que foi formulado, devido à falta de homogeneidade da ração. A solução para esta problemática seria a peletização dos outros alimentos que compõe a dieta, como é possível observar nos núcleos proteicos comerciais indicados para este tipo de alimentação.

Outro fator é a disponibilidade de alimento no cocho, o aspecto físico da dieta 100% concentrado causa visível dificuldade de ingestão pelos animais, especialmente em casos onde há baixa quantidade da ração no cocho. Tradicionalmente, em trabalhos de pesquisa utilizando dietas com volumoso em confinamento é possível verificar que as sobras de alimento são reguladas para 5 a 10% da MS fornecida. No entanto, Pordomingo et al. (2002) trabalhando experimentalmente com dietas 100% concentrado, lançaram mão da regulagem das sobras para 20% do total de MS oferecida diariamente, sugestivamente estimada para assegurar consumo sem restrição por disponibilidade ou acesso ao alimento.

Visando amenizar possíveis prejuízos ao desempenho advindos da dificuldade de ingestão de alimentos pelos animais, recomenda-se elevar a proporção de sobras de ração no cocho, tanto experimentalmente como em confinamentos comerciais, além da necessidade de adequação dos cochos. Pois, cochos de alimentação com superfície plana aparentemente dificultam ainda mais a ingestão da ração. Em confinamentos comerciais, devido a isenta deterioração do alimento proporcionada pela baixa umidade, é possível trabalhar com fornecimento à vontade com quantidades excedentes de alimento.

### 3.3.3. Adaptação dos animais a dietas de alto concentrado

Adaptar animais a dietas de alto concentrado envolve a adaptação de microrganismos ruminais, aumentando o número de bactérias amilolíticas, em comparação as fibrolíticas (TAJIMA et al., 2001). Brown et al. (2006) relatam que o manejo nutricional durante a fase de adaptação de animais a dietas de alto concentrado é importante para estabelecer o desempenho e a saúde subsequente, revisando diversos trabalhos de pesquisa, os autores sugeriram que em dietas de consumo “*ad libitum*”, o aumento na proporção de concentrados fornecidos nas dietas, de 55% para 90%, em período menor que 14 dias, pode diminuir o desempenho e aumentar o número de animais enfermos por todo o período de alimentação.

Segundo Thompson et al. (1965), dependendo dos resultados de distúrbios gastrintestinais e a ocorrência de acidose clínica, animais alimentado com dieta totalmente concentrada, geralmente tem menor taxa de crescimento em comparação àqueles alimentados com dietas contendo pequenas quantidades de forragens. Entretanto, algumas literaturas recentes demonstram resultados contrários, fato que pode estar associado ao mais recente uso de aditivos promotores de crescimento.

Bactérias ruminais respondem rapidamente as alterações nos alimentos por se reproduzirem em intervalos comumente menores que 60 minutos, já protozoários requerem tempo maior para a população dobrar. Embora alguns bovinos sejam capazes de consumir grandes quantidades de amido quase que imediatamente sem consequências adversas, mudanças graduais no rúmen de um ambiente de digestão de fibra para outro de digestão de amido são desejáveis para saúde e desempenho máximos dos animais. Essa mudança gradual tem como objetivo dar aos microrganismos desejáveis do rúmen uma oportunidade de se estabelecerem, enquanto minimiza a chance de crescimento demasiado de microrganismos ruminais menos desejáveis. Isso geralmente está ligado às rações usadas no período de adaptação, sendo este um dos mais críticos durante todo o período de alimentação, mesmo representando menos de 20%, aproximadamente, do tempo total de cocho para a maioria dos bovinos confinados (BROWN e MILLEN, 2009).

A estratégia de aumento gradual de concentrado na ração pode facilitar a adaptação de microrganismos ruminais em ambiente de pH mais baixo, minimizando a intensidade da acidose subclínica e variação da ingestão de alimentos, que ocorre com a alta concentração de grãos na dieta. Neste tipo de alimentação existe alta incidência de ruminite, a qual toma a forma de uma reação hiperplásica do epitélio ruminal levando ao amontoamento das papilas e

a formação de rugas na mucosa (KREHBIEL et al., 2007). Segundo Nagaraja (2007), períodos de tempo prolongados com alimentações ricas em cereais e com forragens inadequadas podem causar ruminite aguda, crônica ou subclínica, sendo esta última também chamada de paraqueratose ruminal, onde, as papilas ruminais se tornam escuras, maiores, grossas, irregulares e comprimidas umas contra as outras.

Hinders e Owens (1965) para elucidar a relação entre a paraqueratose e a absorção dos ácidos graxos voláteis ruminais, induziram a paraqueratose em novilhos e observaram que estes apresentaram absorção de apenas 30 a 63% de ácidos graxos voláteis formados no rúmen. Schneider (1976) monitorou os ácidos graxos voláteis infundidos no rúmen de novilhos com dieta 100% concentrado e 90% de concentrado com forragens de diversos tamanhos de partículas ou forragens inertes, as quais visavam obter apenas efeito físico, e observou que estas últimas proporcionaram altas taxas de absorção de ácidos graxos voláteis, fator atribuído a um epitélio ruminal mais saudável.

Vance et al. (1972) avaliando as características ruminais promovidas pela dieta 100% concentrado comparativamente a dietas de alto concentrado com níveis de inclusão de silagem de milho (0, 17, 23, 37, 48 e 59%), classificaram que a dieta 100% concentrado apresenta papilas ruminais mais claras, e que as mesmas escurecem com o aumento no nível de forragem. Não observaram diferença no comprimento das papilas, mas evidenciaram papilas mais largas que as provindas de 48 e 59% de forragem, e assim, classificaram que a dieta 100% concentrado promove maior aglomeração de papilas em comparação a dietas com forragem. Não foram observadas áreas de descamação de epitélio ruminal em nenhum tratamento, e houve relato que no estudo, 1 de 10 animais da dieta 100% concentrado apresentou abscesso hepático.

De acordo com Brown e Millen (2009), atualmente existem dois sistemas de adaptação de bovinos a dietas de alto concentrado mais utilizados nos confinamentos, o primeiro utiliza um total de quatro rações e o segundo usa apenas duas rações. Estes sistemas têm sido desenvolvidos para balancear ou manejar as forças opostas de aumento rápido do apetite e a diminuição da ingestão de matéria seca (IMS) observada à medida que o conteúdo energético da dieta aumenta. Em ambos os sistemas, os nutricionistas esforçam-se para que os animais consumam a dieta final em 18 a 24 dias.

O sistema de quatro rações consiste em oferecer a ração 1 ou a “inicial” (40% de forragem por exemplo) até os animais estarem consumindo 70 a 80% da IMS predita, espera-

se que ocorra em aproximadamente 4 a 7 dias; a segunda ração poderia ser fornecida por 2 a 4 dias até os animais atingirem 80 a 90% da IMS esperada; e similarmente promover os animais da dieta 2 para a 3 e da dieta 3 para a 4 com 90 a 100% da IMS predita, utilizando-se da leitura de cocho como indicador.

O sistema de duas rações tem se tornado mais comum. Em alguns casos se reduziu o tempo total de alimentação, o que permitiu drástica redução nos custos de alimentação durante a fase de terminação confinada. Consiste em oferecer as rações “inicial” e “final” por um período de 18 a 24 dias, onde, a ração “inicial” é fornecida até a IMS esperada ser atingida, a partir disto os animais passam a ser alimentados com a ração “final”. Porém, o fornecimento da ração “final” deve ser realizado de forma gradativa, aumentando sua disponibilização progressivamente em 15, 30, 45, 60, 75 e 90% do total da IMS predita, sendo cada passo avançado em cerca de 2 a 3 dias.

Adaptar bovinos muito rapidamente pode trazer consequências adversas em longo prazo, e adaptar os animais muito lentamente pode aumentar o custo do ganho de peso vivo. Sistemas que utilizam duas ou quatro rações são utilizados comumente por períodos de 18 a 24 dias para adaptar bovinos que estão consumindo dietas com aproximadamente 50% de forragem para dietas contendo 12% de forragem ou menos, promovendo avaliação do consumo real em relação ao estimado para se determinar quando os animais estarão prontos para receber a próxima dieta (BROWN e MILLEN, 2009).

Os autores ainda recomendam que o requerido para minimizar o consumo excessivo para assim controlar a incidência de mortes devido a desordens digestivas, para níveis aceitáveis, é treinar os funcionários para diagnosticar animais doentes, manter sempre comida fresca nos cochos e minimizar o desperdício. Assim como padronizar as práticas de manejo para facilitar o treinamento dos funcionários, contribuindo para a evolução destes sistemas.

Katsuki (2009) recomenda que na adaptação de bovinos a dieta 100% concentrado, a fim de minimizar distúrbios digestivos que afetam o desempenho animal, níveis decrescentes de volumosos devem ser fornecidos no período inicial para a adaptação dos microrganismos do rúmen. Embora, a recomendação de algumas empresas fabricantes de núcleo proteico seja acrescentar a mistura concentrada a um volumoso fornecido à vontade na proporção de 0,8% do peso vivo por dois dias, em seguida 1,6% do peso vivo por dois dias e 1,8% de peso vivo por mais dois dias, no sétimo dia a recomendação é cortar o fornecimento do volumoso e disponibilizar somente a mistura de grãos com o núcleo. Alguns técnicos recomendam ainda,

a fim de reduzir custos de alimentação, que a adaptação seja realizada com os animais ainda no pasto.

#### **3.3.4. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dieta 100% concentrado**

Pordomingo et al. (2002), avaliaram novilhos em confinamento com três dietas a base de grão de milho inteiro, sendo: T1, dieta controle (grão de milho inteiro mais farelo de girassol e 10% de feno de alfafa); T2 (73% grão de milho inteiro e 23% farelo de girassol); e T3 (60% de grão de milho inteiro mais 15% de grão de aveia inteiro e 22% de farelo de girassol). Os autores não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos para o ganho de peso médio diário (GMD), consumo de matéria seca diário (CMSD) e em relação ao peso vivo (CMSP) e conversão alimentar (CA, kg kg<sup>-1</sup>). O GMD obtido para os respectivos tratamentos foi de 1,358; 1,384; 1,420 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. O CMSD atingiu, na média dos tratamentos, 10,15 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Já o CMSP apresentou média de 2,78% do peso vivo. E a CA alcançada foi de 6,36 kg de MS consumida por kg de ganho de peso.

No mesmo experimento, não foram observadas diferença entre os tratamentos para a digestibilidade (DMS) que, na média, foi de 77,7%. Ao mensurar a presença de grãos nas fezes, não observaram efeitos significativos, onde 32,2% da MS do esterco eram compostas de grãos de milho inteiro ou semi-inteiros em T2 que apresentou o maior valor, já o menor percentual de grãos nas fezes foi de 28,6% em T1. Neste sentido, demonstraram que em T1 9% dos grãos fornecidos escaparam pelas fezes, em T2 9,6% e em T3 9,3%, e ao analisar estes grãos descobriram que em T1 continham 8,9% do amido fornecido na dieta, em T2 9,8% e T3 10,2%. As concentrações de amido nas fezes foram de 26,6%, 27,4% e 23% para T1, T2 e T3 respectivamente, sendo assim, em T1 75% do amido contido nas fezes é representado pelo amido dos grãos inteiros, em T2 85% e em T3 92%. Por fim, avaliando a digestibilidade do amido que foi consumido, mas que não foi recuperado na forma de grãos inteiros nas fezes encontraram valores de 97%, 98% e 99,2% para os tratamentos T1, T2 e T3 respectivamente.

Os autores acima concluíram que a mistura de grãos de milho e aveia, substituindo 20% do milho na dieta, resultou em melhores ganho de peso e eficiência de utilização do amido em comparação a dietas com de grãos de milho somente. Isso pode ser justificado por um melhor equilíbrio de qualidade e taxas de degradação de amido, maior degradabilidade e teor de proteína no grão de aveia. As perdas de amido nas fezes são muito associadas com as perdas de grãos visíveis e cuja composição é semelhante ao grão fornecido, no entanto, o

conteúdo do grão exposto à digestão ao longo do trato é quase totalmente degradado.

Vance et al. (1972), realizaram um trabalho com dieta 100% concentrado e dietas de alto concentrado com níveis de inclusão de silagem de milho. Os autores verificaram o efeito da inclusão de 0, 17, 23, 37, 48 e 59% de silagem de milho em dieta onde o milho inteiro representava 88,5%, fornecidas para novilhos de 244 kg por 183 dias. Os resultados obtidos para animais tratados com dieta 100% concentrado com grãos de milho secos e inteiros foram de 1,27 kg de GMD, 6,48 kg de CMSD e CA de 5,10 kg. Já para os níveis de inclusão de silagem de milho, os autores encontraram variação de 1,22 a 1,11 kg para o GMD, 7,32 a 7,59 para o CMSD e 6,00 a 6,83 kg para CA entre os níveis de 17 a 59% de silagem. As observações levam a conclusão de que tanto ganho como conversão foram depreciados a medida que o volumoso foi acrescentado na dieta, apesar de não ter sido encontrada diferenças significativas para GMD e CMSD.

Stock et al. (1990), avaliaram o desempenho de bovinos em confinamento com dietas totalmente concentradas contendo 87% de grãos de sorgo, milho ou trigo, e encontraram valores, para os respectivos tipos de grãos, de 10,8; 10,4 e 9,64 kg para o CMSD, GMD de 1,81; 1,82 e 1,56 kg e eficiência de conversão alimentar (kg de ganho por kg de MS consumida) de 0,167; 0,175 e 0,160 kg. Ao adicionar 7,5% de forragem na dieta, observou-se aumento no CMSD independentemente do tipo de grão, melhor eficiência de conversão em animais tratados com grãos de trigo e melhores GMD em animais alimentados com grãos de milho e trigo. Ainda, foi relatada incidência de abscesso hepático em 2 de 32 animais alimentados com grãos de sorgo, e 1 de 32 animais alimentados com grãos de milho e grãos de trigo, problema não observado em animais que consumiram 7,5% de forragem.

Greathous et al. (1974) testaram três rações totalmente concentradas a base de grão de sorgo (sorgo total, sorgo mais uréia e sorgo mais farelo de soja), e não encontraram diferenças entre os tratamentos para GMD (1,6 kg) e conversão alimentar (7,0; 6,7; e 6,3 kg).

Avaliando dois tipos de grãos de milho em dieta 100% concentrado para novilhos britânicos confinados com 360 kg, um com alto teor de óleo (6,37% de extrato etéreo) e outro convencional (3,65% de extrato etéreo), em dieta composta com 84% de milho inteiro e 16% de farelo de girassol, Depetris et al. (2003) não constataram diferenças para GMD, CA e espessura de gordura, com média de 1,269 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 6,21 kg kg<sup>-1</sup> e 7,7 mm, respectivamente. Foi observado menor CMSD em novilhos alimentados com milho de alto óleo (7,41 vs 8,41 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). No mesmo trabalho os autores aplicaram os tratamentos

em novilhas de desmame com peso vivo inicial de 160 kg, e não constataram diferenças para GMD ( $1,177 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), CMSD ( $4,89 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), CA ( $4,23 \text{ kg kg}^{-1}$ ) e espessura de gordura (5,69 mm). Novilhas apresentaram menor CMSD e melhor CA do que novilhos.

Woody et al. (1983), manipularam o conteúdo de grãos nas silagens de milho por meio do cultivo de lavouras com diferentes populações, e à partir destas silagens puderam avaliar 8 níveis crescentes de grãos de milho na dieta de novilhos mestiços Charolês ou Hereford, variando de 30 a 96% de grãos na ração, sendo que este último consiste de uma dieta sem forragem. Na dieta 100% concentrado, animais charoleses apresentaram GMD de 1,22 kg, CMSD de 7,42 kg e CA de 6,10 kg, enquanto que, animais Hereford apresentaram GMD de 1,18 kg, CMSD de 6,49 kg e CA de 5,5 kg. O maior valor de GMD (1,47 kg) foi observado em animais charoleses consumindo 12% de silagem de milho com 82% de grãos de milho na dieta. Os resultados de GMD e CA foram piores conforme a menor participação de grãos na dieta, e o CMSD aumentou com a maior participação de forragem, apresentando na média dos genótipos, valores de GMD 0,84 kg, CA de 9,54 kg e CMSD de 8,0 kg para o menor nível de grãos na dieta (33%).

Outro fator interessante testado pelos autores acima, foi a alteração da dieta de animais, que inicialmente estavam consumindo forragem, para dieta 100% concentrado ao atingirem 415 kg de peso vivo no confinamento. Trabalhando com animais de peso vivo inicial de 273 kg, os autores não evidenciaram diferenças de desempenho entre animais que consumiram forragem e conteúdo de grãos constantemente (40 e 53% de grãos na dieta) em comparação aos que receberam dieta 100% concentrado a partir dos 415 kg de peso vivo. Os animais apresentaram valores de desempenho, respectivos entre os tratamentos de 1,09 vs 1,10 kg de GMD, 7,92 vs 7,48 kg de CMSD e 7,27 vs 6,8 kg para CA.

Estes resultados mostram que é viável, do ponto de vista biológico, a estratégia de alterar a dieta dos animais aumentando a quantidade de grãos em determinado período do confinamento, esta estratégia pode ser aplicada em situações onde, por exemplo, houver falhas no planejamento de estoque de forragens e ocorra a falta de volumoso suficiente para o tempo de terminação dos animais.

Loerch (1991) avaliando o efeito do fornecimento de dieta 100% concentrada por 112 dias, não observou diferenças de ganho de peso em comparação com animais que consumiram 15% de forragem, apresentando média de  $1,55 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . De 113 a 152 dias de alimentação, também não encontrou variação significativa no ganho de peso dos animais,

apresentando média de 1,0 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Porém, relatou que nos últimos 40 dias 5 de 11 novilhos alimentados com 100% de concentrado apresentaram menos de 0,9 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Fato interessante, é que em outro tratamento onde se inseriu oito escovas plásticas no rúmen dos animais, a queda de desempenho foi minimizada, demonstrando similaridade aos animais alimentados com 15% de forragem.

A presença das escovas plásticas no rúmen não alterou o CMSD e CA, com média para a dieta 100% concentrado com e sem escovas plásticas no rúmen de 6,8 kg de CMSD e 5,6 kg de CA, independentemente da fase de confinamento. Entretanto, para ambos os tratamentos foi observado diminuição no CMSD (7,05 e 6,55 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e piora na CA (4,55 e 6,65 kg) conforme o avanço do tempo de confinamento. Os animais alimentados com 15% de forragem obtiveram maior CMSD (8,6 kg) e pior CA (7,1 kg) comparada aos animais das dietas 100% concentrado.

Em dieta 100% concentrado com 85% de grãos de milho inteiros, Murphy e Loerch (1994) testaram o efeito do fornecimento “*ad libitum*” ou com restrição alimentar, fornecendo 80% ou 90% da quantia fornecida no tratamento “*ad libitum*”, os CMSD foram de 6,58; 5,89 e 5,21 kg para o fornecimento de 100%, 90% e 80% do alimento. Observou-se decréscimo linear no GMD conforme a restrição alimentar (1,28; 1,13 e 1,03 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e eficiência de CA semelhante entre os tratamentos (0,195 kg).

Silva (2009), ao avaliar o desempenho de animais da raça Nelore com 28 meses de idade e peso vivo inicial de 337 kg, alimentados com diferentes dietas para confinamento, observou para ração composta por 75% de grãos de milho inteiros, 10% de casca de soja e 15% de núcleo proteico GMD de 1,82 kg, CA de 4,09 kg, CMSD de 7,34 kg e CMSP de 1,81%. Enquanto que os animais que foram alimentados com uma dieta composta de alimentos concentrados (sorgo moído, casca de soja e núcleo proteico) mais 16,7% de caroço de algodão apresentaram GMD de 1,47 kg, CA de 4,73 kg, CMSD de 6,92 kg e CMSP de 1,73%. Já animais alimentados com 90% de concentrado e 10% de bagaço de cana “*in natura*” apresentaram GMD 1,79 kg, CA de 5,18 kg, CMSD de 9,24 kg e CMSP 2,19%.

Ao testar o efeito de níveis de inclusão (0, 15, 30, 45%) de casca de soja na dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiro, Katsuki (2009) observou redução linear da digestibilidade da MS (84% para 69%), valores de GMD de 0,953; 1,278; 1,440; 1,227 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, CMSD de 6,99; 8,34; 9,63; 9,25 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, CMSP de 1,43; 1,66; 1,88; 1,87% e CA de 8,01; 6,74; 6,85; 8,55 kg, para os respectivos níveis de casca de soja na dieta.

Os resultados demonstram que animais alimentados com altas quantidades de alimento concentrado apresentam menores CMSD, CMSP e melhores CA que animais alimentados com quantidades significativas de forragem. Segundo Mertens (1992), animais que ingerem dietas com altos teores de fibra regulam o consumo pela capacidade de enchimento constante e os animais alimentados com dietas ricas em energia ingerem alimento até satisfazerem suas demandas energéticas, sendo o consumo regido pelo conceito do controle fisiológico.

De acordo com Grandini (2009), a maior eficiência no aproveitamento de dietas com alto teor de energia pode ser explicado por dois fatores principais, o primeiro é que os requerimentos energéticos para ganho e manutenção tem em suas equações o coeficiente de metabolizabilidade como indicativo de eficiência no uso da energia ingerida, este em especial é vinculado à concentração energética, ou seja, dietas com densidades energéticas mais elevadas possuem maiores coeficientes de metabolizabilidade, sendo assim quanto maior a concentração energética da dieta mais eficiente ela é em converter MS consumida em ganho de peso, por conseguinte menor a ingestão necessária para o mesmo ganho.

Outro fator seria a menor proporção entre os ácidos graxos voláteis acetato:propionato resultante da digestão dos alimentos, que em dietas tradicionais situa-se na relação 3:1 e em dietas de alta energia na relação 1:1, fato é que a maior parte do carbono precursor da gliconeogênese dos ruminantes é derivado do ácido propiônico e aminoácidos glicogênicos (40 a 70%), onde menos de 10% da glicose total necessária é absorvida via trato intestinal, portanto, os produtos finais da fermentação ruminal são de extrema relevância.

### **3.3.5. Características da carcaça de bovinos alimentados com dieta 100% concentrado**

Vance et al. (1972) trabalhando com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiros comparativamente a dietas de alto concentrado com níveis de inclusão de silagem de milho (0, 17, 23, 37, 48 e 59%), não observaram efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça, apresentando na média 61,8%. Houve efeito quadrático para a espessura de gordura, os animais alimentados com dieta 100% concentrado apresentaram 17,8 mm de gordura, que se elevou até 18,8 mm em animais alimentados com 37% de silagem de milho e decresceu para 15,7 mm na maior inclusão de silagem na dieta.

O efeito dos tratamentos sobre as deposições de gordura na carcaça podem estar relacionado as características fermentativas das dietas e formação diferentes proporções de

ácidos graxos voláteis no rúmen. No mesmo trabalho, os autores avaliaram as características ruminais de animais alimentados com 100% de concentrado e da dieta com 59% de silagem, os resultados para os respectivos tratamentos foram: total de ácido graxo voláteis (110 vs 122 mM L<sup>-1</sup>), ácido acético (39 vs 63 %), ácido propiônico (41 vs 20 %), ácido butírico (13 vs 11 %), ácido isovalérico (2,5 vs 2,7 %), total de lactato (439 vs 938 μM L<sup>-1</sup>) e pH (5,6 vs 6,1). Segundo Church (1993) em grande parte, o propionato é convertido em glicose pelo fígado, no entanto, o acetato é usado principalmente como substrato para a produção de gordura.

Os resultados acima levam a crer que o fornecimento de dietas 100% concentrado pode refletir em produção de carcaças mais magras que quando se inclui forragem na ração.

Woody et al. (1983), avaliaram 8 níveis crescentes de grãos de milho na dieta de novilhos mestiços Charolês ou Hereford, variando de 30 a 96%, sendo que este último consiste de uma dieta sem forragem. Em novilhos charoleses, não foram encontradas diferenças de rendimento de carcaça, apresentando 62,4% em novilhos alimentados com dieta 100% concentrado, os quais demonstraram maior espessura de gordura sendo 10 mm contra 8 mm em média obtido pelas dietas com forragem. Novilhos Hereford alimentados com 100% de concentrado apresentaram 62,2% de rendimento de carcaça, o qual decresceu linearmente para 59,8% no nível de menor inclusão de grãos na ração, o mesmo comportamento foi observado na porcentagem de gordura na carcaça (33,8% para 29,1%). A espessura de gordura apresentou comportamento quadrático, a alimentação com 100% de concentrado proporcionou 14 mm de espessura de gordura, já a alimentação com 59% de grãos proporcionou a maior deposição de gordura com 16 mm, e a menor medida foi obtida pela inclusão de 38% de grãos na ração que apresentou 9 mm.

Murphy e Loerch (1994), testando dieta 100% concentrado com 85% de grãos de milho inteiros, verificaram o efeito do fornecimento “*ad libitum*”, ou com restrição alimentar fornecendo 80% ou 90% da quantia fornecida no tratamento “*ad libitum*” sobre as características da carcaça de novilhos cruzados. Foi observado que o fornecimento de 100%, 90% ou 80% da alimentação diária proporcionou decréscimo linearmente no peso de carcaça quente (311 vs 308 vs 296 kg), espessura de gordura (1,12 vs 0,79 vs 0,8 cm), extrato etéreo da carcaça (31 vs 28 vs 24 %) e gordura intramuscular (5,7 vs 5,1 vs 3,3 %), porém, aumentou linearmente o conteúdo de proteína (14,6 vs 15,0 vs 15,8 %) e água (53 vs 55 vs 59 %) da carcaça, e não influenciou o rendimento de carcaça (61%) e área de olho de lombo (72,8 cm<sup>2</sup>). Os autores concluíram que a utilização estratégica de restrição alimentar pode melhorar a

composição da carcaça, reduzindo a produção de gordura em excesso, sem aumentar os custos de alimentação ou sacrificar a eficiência da produção animal.

Silva (2009) avaliando o efeito de três dietas de alta inclusão de concentrado sobre as características da carcaça de bovinos observou que animais alimentados com 90% de concentrado e 10% de bagaço de cana “in natura” apresentaram, numericamente, maior espessura de gordura (4,36 mm) que animais tratados com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiro e 10% de casca de soja (3,92 mm) e animais que foram alimentados com uma dieta a base de alimentos concentrados (sorgo moído, casca de soja e núcleo proteico) mais 16,7% de caroço de algodão (2,86 mm). De forma significativa, foi evidenciada maior espessura de gordura subjetiva em animais alimentados com 10% de bagaço de cana-de-açúcar, avaliada por observadores treinados para identificar graus de uniformidade de gordura nas carcaças. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para o rendimento de carcaça (54,6%) e comprimento de carcaça (139 cm).

Ao testar o efeito de níveis de inclusão (0, 15, 30, 45%) de casca de soja na dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiro, Katsuki (2009) não encontrou diferenças significativas na carcaça, que apresentaram 132 cm de comprimento, 55% de rendimento e 6,58 mm de espessura de gordura.

### **3.3.6. Considerações finais**

Em concordância com as ponderações de Grandini (2009), na adoção da técnica de alimentação com dietas de alto concentrado ou totalmente de concentrado, é de fundamental importância a compreensão e avaliação da conversão alimentar, não devendo se ter em mente aumento de ganhos de peso, visto não ser este o principal benefício do aumento da densidade energética da ração.

A redução no consumo e consequentemente no volume de alimento necessário para alimentação de animais com dietas 100% concentrado, é um fator que pode contribuir muito para a melhoria do sistema operacional e custos de alimentação das plantas de confinamento. Porém, no sistema de produção brasileiro, ainda deve ser aplicada com certa cautela, visto as diferenças de custo de alimentação e padrão genético dos animais comparado aos países que utilizam a técnica mais frequentemente, além da escassa produção de pesquisas.

### 3.4. Referências Bibliográficas

BAL, M.A. SHAVER, R.D.; AL-JOBEILE, H.; COORS, J.G.; LAUER, J.G. Corn silage hybrid effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.12, p.2849-2858, 2000.

BERNARDES, T.F. **Controle da deterioração aeróbica de silagens**. 2006. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

BROWN, M.S.; MILLEN, D.D. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.23-31.

BROWN, M.S.; PONCE, C.H.; PULIKANTI, R. adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal Animal Science**, v.84 (E. Suppl.), p.25-33, 2006.

BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R. Uso do bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso em dietas de alto teor de concentrado. 1. Desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicadores de Preços do Milho Esalq/BM&F Bovespa**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/milho/>>. Acesso em: 13/12/2011.

CERVIERI, R.C. **Evolução do Manejo Nutricional nos Confinamentos Brasileiros: Importância da Utilização de Subprodutos da Agroindústria em Dietas de Maior Inclusão de Concentrado**. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.2-22.

CHURCH, D.C. **El Ruminant: fisiologia digestiva y nutricion**. Ed. Acribia. Zaragoza, 1993. 630p.

CLARK, P.W.; ARMENTANO, L.E. Effectiveness of neutral detergent fiber in and dried distillers grains compared with whole cottonseed alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.2644-2650, 1993.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica,78).

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CONAB. **Companhia Nacional do Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2011/2012, 2011. Disponível em:

<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_12\\_08\\_10\\_58\\_12\\_08.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_10_58_12_08.pdf)>.  
Acesso em: 15/12/2011.

CRUZ J.C.; FERREIRA, J.J.; VIANA, A.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Avaliação de Cultivares de Milho para a Produção de Silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23. **Anais...** Uberlândia. 2000. CD-ROM

DEPETRIS, G.J.; SANTINI, F.J.; PAVAN, E.; VILLARREAL, E.L.; REARTE, D.H. Efecto del grano de maíz alto en aceite en el sistema de engorde a corral. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.23, p.57, 2003.

DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F.; RECO, P.C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originarias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.1-20, 2003.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária. 2000. 327 p.

FERREIRA, C.F. **Diagnose nutricional de diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FERREIRA, J.J. Aspectos vegetativos da planta de milho em momento de colheita para ensilagem. **Informe Agropecuário**, v.14, n.164, p.47-49, 1990.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.; FERREIRA, J.J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.53-83.

FRANCO, A.A.N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. 2011. 74p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Janaúba, 2011.

GALYEAN, M.L.; GLEGHORN, J.F. Summary of the 2000 Texas Tech University consulting nutritionist survey. Burnett Center Internet Prog. Rep. n. 12, Texas Tech Univ. [online], n. 12, p. 1-9, 2001. Disponível em: <[http://www.asft.ttu.edu/burnett\\_center/progress\\_reports/bc12.pdf](http://www.asft.ttu.edu/burnett_center/progress_reports/bc12.pdf)>. Acesso em: 17/10/2011.

GARBUIO, P.W. **Influência do conteúdo de matéria seca e regulagens de uma colhedora de forragem nos tamanhos de fragmentos e na densidade da silagem de planta inteira de dois híbridos de milho (*Zea mays* L.)**. 2008. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

GRANDINI, D. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.90-102.

GREATHOUSE, G.A.; SCHALLESA, R.R.; BRENTA, B.E. ; DAYTON, A.D.; SMITHS, E.F. Effects of levels and sources of protein on performance and carcass characteristics of steers fed all-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, v.39, n.1, p.102-107, 1974.

HECKMAN, J.R.; SIMS, J.T.; BEEGLE, D.B.; COALE, F.J.; HERBERT, S.J.; BRUULSEMA, T.W.; BAMKA, W.J. Nutrient removal by corn grain harvest. **Agronomy Journal**, vol.95, p.587-591, 2003.

HEINRICHS, A.J.; KONONOFF, P.J. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, Department of Dairy and Animal Science [online], 2002. Disponível em: <<http://www.das.psu.edu/dairy/dairy-nutrition>>. Acesso em: 18/02/2012.

HINDERS, R.G.; OWENS, F.G. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. **Journal Dairy Science**, v.48, p.1069, 1965.

JAREMTCHUK, A.R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; GONÇALVES, H.C.; OSTRENSKY, A.; KOSLOWSKI, L.A.; MADEIRA, H.M.F. Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.3, p.351-357, 2006.

JAREMTCHUK, A.R. JAREMTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M.T.; KOZLOWSKI, L.A.; COSTA, C.; MADEIRA, H.M.F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum – Animal Science**. v.27, n.2, p.181-188, 2005.

JOHNSON, L.; HARISSON, J.H.; HUNT, C.; SHINNERS, K.; DOGGETT, C.G.; SAPIENZA, D. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2813-2825, 1999.

KARLEN, D.L. SADLER, E.J.; CAMP, C.R. Dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium accumulation rates by corn on Norfolk Loamy Sand. **Agronomy Journal**, v.79, p.649-656, 1987.

KATSUKI, P.A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 55p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; BUCKMASTER, D.R. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1858–1863, 2003.

KONZEN, A.E.; ALVARENGA, R.C. **Cultivo do Milho – Fertilidade de Solos: Adubação Orgânica**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, Sistemas de Produção, 2009. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_5ed/feroorganica.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/feroorganica.htm)>. Acesso em: 09/12/2011.

KREHBIEL, C.R.; HERSOM, M.J.; CRANSTON, J.J. Fluxo líquido de nutrientes através das vísceras drenadas pela veia porta durante a adaptação e subsequente alimentação com dietas de alto concentrado. In: FIRST BRAZILIAN RUMINANT NUTRITION CONFERENCE – RUMEN HEALTH, 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007. p.9-24.

LOERCH, S.C. Efficacy of plastic pot scrubbers as a replacement for roughage in high-concentrate cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.2321-2328, 1991.

MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; SILVA, M.R. ORTIZ, S.; BERTONCELI, P. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.173-220.

MENDES, M.C. **Avaliação de híbridos de milho obtidos por meio de cruzamento entre linhagens com diferentes degradabilidades da matéria seca**. 2006. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: TEIXEIRA, J.C.; NEIVA, R.S. (Eds). **Simpósio Internacional de Ruminantes**, 1992, **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p.01-32.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463–1481, 1997.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

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

MISSIO, R.L. **Níveis de concentrado na dieta de bovinos**. 2007. 108f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MORAES, G.J.; SANTOS, T.A.B. Produção e qualidade das plantas de milho de textura mole ou dura em diferentes maturidades para silagem. **PUBVET**, v.2, n.27, Ed.38, Art.435, 2008. Disponível em: <[http://www.pubvet.com.br/artigos\\_det.asp?artigo=435](http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=435)>. Acesso em: 15/02/2012.

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, end composition. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2497-2507, 1994.

NAGARAJA, T.G. Saúde Ruminal. In: FIRST BRAZILIAN RUMINANT NUTRITION CONFERENCE – RUMEN HEALTH, 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007. p.9-24.

NEUMANN, M. **Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de**

**milho (*Zea mays L.*) sobre perdas, valor nutritivo de silagens e desempenho de novilhos.** 2006. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; ZANETTE, P.M. UENO, R.K.; MARAFON, F.; SOUZA, M.P. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.95-130.

NUSSIO, L.G. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). **Milho**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1990. p.58-88.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001.

NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: SANTOS, F.A., NUSSIO, L.G., SILVA, S.C. (Eds.). **Volúmosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 75-177.

OLIVEIRA, E.C.A.; FREIRE, F.J.; OLIVEIRA, R.I.; FREIRE, M.B.G.S.; SIMÕES NETO, D.E.; SILVA, S.A.M. Extração e exportação de nutrientes por variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1343-1352, 2010a.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010b.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.2, p. 868-879, 1997.

PAULETTI, V. **Nutrientes: teores e interpretações**. 2.ed. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica e Agropecuária, 2004. 86p.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G. Uso de forragens conservadas em sistemas de produção de carne: aspectos bioeconômicos. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.73-94.

PORDOMINGO, A.J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N.A; AZCÁRATE, M.P. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. **RIA: INTA, Argentina**, v.31, n.1, p.1-22, 2002. Disponível em: <[http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31\\_1/001.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31_1/001.pdf)>. Acesso em: 01/02/2012.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Potafos: Arquivo do Agrônomo, n.15, 2003. 20p. (Informações Agrônômicas, n.103).

SCHNEIDER, W.W. **The effect of level and form of roughage in the diets of finishing cattle.** 1976. Ph.D. Dissertation – University of Nebraska, Lincoln, 1976.

SILVA, H.L. **Dietas de alta proporção de concentrado para Bovinos de corte confinados.** 2009. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

SILVA, J.C.P.M.; MOTTA, A.C.V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C.M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A.S.; SILVA, L.F.C. Esterco de gado leiteiro associado a adubação mineral e sua influência na fertilidade se um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.453-463, 2010.

SILVA, P.C. **Seleção recorrente recíproca e cruzamentos dialélicos em milho (*Zea mays* L.) para a obtenção e avaliação de híbridos forrageiros.** 2002. 92p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2002.

STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.; SHAIN, D. Feed intake variation. In: SYMPOSIUM: INTAKE BY FEEDLOT CATTLE. **Okla. Agric. Exp. Stn**, 1995, p.56-59.

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

TAJIMA, K.; AMINOV, R.I.; NAGAMINE, T.; MATSUI, H.; NAKAMURA, M.; BRENNON, Y. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, p.2766-2774, 2001.

THOMPSON, J.T.; BRADLEY, N.W.; LITTLE, C.O. Ruminal volatile fatty acid concentrations and performance of steers fed different levels and forms of hay and grain. **Journal of Animal Science**, v.24, n.4, p.1179-1183, 1965.

ULYATT, M.J.; DELLOW, D.W.; JOHN, A.; REID, C.S.W.; WAGHORN, G.C. Contribution of chewing during eating and rumination as the clearance of digesta from the rumino-reticulum. In: MILLIGAN, L.P.; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. (Eds.) Control of digestion and metabolism in ruminants. INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6., 1984, Canada. **Proceedings...** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986. p.498-515.

VANCE, R.D.; PRESTON, R.L.; KLOSTERMAN, E.W.; CAHILL, V.R. Utilization of whole shelled and crimped corn grain with varying proportions of corn silage by growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.35, n.3, p.598-605, 1972.

VASCONCELLOS, C.A.; BARBOSA, J.V.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C. Acumulação de massa seca e de nutrientes por dois híbridos de milho com e sem irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.8, p.887-901, 1983.

VASCONCELLOS, C.A; PEREIRA FILHO, I.A; CRUZ, J.C. **Adubação para milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 6p. (Circular Técnica,17).

VASCONCELOS, J.T.; GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot Consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University Survey. **Journal Animal Science**, v.85, p.2772-2781, 2007.

VELHO, J.P.; MÜHLBACH P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; VELHO, I.M.P.H.; GENRO, T.C.M.; KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1532-1538, 2007.

VELHO, J.P. **Qualidade nutritiva de silagens de milho (*Zea mays L.*) “safrinha” de planta inteira de diferentes maturidades submetidas a distintos procedimentos de ensilagem e “desensilagem”**. 2005. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VOISIN, A. **Adubos - Novas leis científicas de sua aplicação**. São Paulo: Mestre Jou, 1973. 130 p.

VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.2, p.157-173, 2009.

WEINBERG, Z.G.; ASHBELL G. Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**. v.13, n.2-3, p.181-188, 2003.

WOODY. H.D.; FOX, D.G.; BLACK, J.R. Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.3, 1983.

ZANETTE, P.M. **Efeito da inclusão de açúcar ou inoculante bacteriano na silagem de milho sobre perdas, valor nutricional, eficiência econômica e desempenho de novilhos confinados**. Guarapuava, 2010, 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2010.

#### 4. CAPÍTULO 1 – FLUXO DE NUTRIENTES DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO UTILIZANDO O MILHO COMO FORRAGEM OU GRÃOS NA ALIMENTAÇÃO DE NOVILHOS EM CONFINAMENTO

##### Resumo

O milho, quando cultivado para produção de forragem requer cuidados especiais com relação ao manejo do solo. Grandes quantidades de nutrientes são removidas com a forragem, podendo causar rápido empobrecimento do solo, queda de produtividade e baixa qualidade das silagens posteriores. O objetivo foi avaliar o comportamento agrônômico, teores de macronutrientes na planta e em seus constituintes, exportação dos nutrientes do solo pela cultura do milho colhida como forragem ou grãos; posteriormente foram empregadas duas dietas para bovinos confinados, uma a base de silagem e outra a base de grãos, para mensurar o potencial de retorno dos nutrientes para o solo via esterco e contabilizar o balanço final dos nutrientes nas respectivas glebas de cultivo. No momento da ensilagem os teores de N, P, K, Ca e Mg nos componentes da planta foram, respectivamente: colmo: 0,83; 0,18; 1,46; 0,2 e 0,27%; folhas: 2,19; 0,30; 0,88; 0,43 e 0,45%; brácteas+sabugo: 0,83; 0,18; 0,69; 0,11 e 0,09%; grãos: 1,49; 0,28; 0,35; 0,10 e 0,11%; e na forragem: 1,37; 0,24; 0,81; 0,2 e 0,22%; já para os grãos colhidos na maturidade foram: 1,8; 0,28; 0,34; 0,12; 0,11%. A adubação mineral realizada no manejo da lavoura foi suficiente quando se colheu apenas grãos, porém, gerou déficits ao solo de 93 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 84 kg ha<sup>-1</sup> de potássio quando o milho foi colhido como forragem. Animais alimentados com dieta contendo silagem de milho (45%) e concentrado (55%), em comparação a dieta isenta de volumoso (80% de grãos de milho e 20% núcleo proteico), apresentaram maiores produções no esterco, em kg ha<sup>-1</sup>, de N (276,28 vs 59,37), P (128,12 vs 33,37), K (58,32 vs 5,38), Ca (177,7 vs 78,89) e Mg (43,64 vs 11,81). Ambos os sistemas de produção de bovinos em confinamento apresentaram capacidade de manter a sustentabilidade de nutrientes no solo quando se considera a reposição via esterco, e ainda, podendo contribuir com o enriquecimento da fertilidade e reduzir os custos com fertilizantes minerais nos cultivos sucessivos. Porém, no sistema de colheita de forragem e alimentação com silagem, ainda observou-se déficit de 25 kg ha<sup>-1</sup> de K, provavelmente pela baixa aplicação de K na implantação da cultura, a qual foi ajustada para a produção de grãos.

**Palavras-Chave:** esterco bovino, dieta 100% concentrado, silagem, teor de macronutrientes

#### 4.1. Introdução

A produção de forragens para alimentação de ruminantes em ambiente de campo ou estábulo, tanto na forma “in natura” como na forma de alimento conservado, tem ganhado destaque dentre as áreas destinadas à pecuária. Isto se deve ao fato de proporcionar maior controle da produção e da ingestão de energia pelos animais. Quando se lança mão de técnicas de conservação de forragem, é possível obter constância de fornecimento de um volumoso de qualidade, capaz de contribuir positivamente com a busca por suprir as exigências nutricionais dos animais ao longo do ano.

Balieiro Neto et al. (2011), ressalta que para se obter retornos financeiros compensatórios na atividade pecuária é imprescindível manter eficiência e escala de produção, e para atender esses quesitos básicos deve-se assumir o critério de máxima produção de energia digestível por unidade de área.

Em sistemas intensificados de produção tanto de carne como de leite se faz necessário o aporte superior de energia na dieta dos animais, onde a silagem de planta inteira de milho torna-se um excelente representante de alimento volumoso energético, sendo considerada imprescindível quando o objetivo é obter máxima produtividade. Possibilitando também a redução de custos com alimentos concentrados, porém sem comprometer o desempenho animal (NEUMANN et al., 2011).

Embora o cultivo do milho visando à colheita apenas dos grãos demande de alta quantidade de nutrientes do solo, ainda, este receberá de volta parte dos nutrientes pela decomposição da palhada após a colheita. Porém, este retorno não ocorre quando se tem como objetivo colher o milho para forragem, e devido a isto, problemas de fertilidade do solo se manifestarão mais cedo na produção de silagem do que na produção de grãos, principalmente se for obtida por vários anos consecutivos de uma mesma área e sem os devidos manejos de solo e adubações adequadas (MARTIN et al., 2011).

Ainda que existam recomendações de adubações específicas para o cultivo de milho e sorgo com a finalidade de produzir silagem (CQFS RS/SC, 2004), onde as quantidades de fertilizantes recomendados são superiores quando comparadas ao cultivo visando somente a colheita de grãos, dificilmente observamos a adoção dessas recomendações por técnicos e produtores de forragens. Contudo, o maior aporte de nutrientes às plantas via adubação não garante que não sejam gerados déficits ao solo provenientes da alta carga de nutrientes

exportados pela retirada da forragem das glebas.

Cerca de duas décadas atrás, Nussio (1993) relatou que apenas uma pequena fração dos produtores fazia uso da prática de ensilagem de milho de forma satisfatória, onde a maioria dos cultivos se dava de modo quase que extrativista, com o uso de fertilizantes e corretivos em quantidades muito aquém do recomendado, ou até mesmo apenas com a fertilidade natural do solo.

Por outro lado, recentemente, em épocas de preços de alimentos concentrados mais acessíveis, é possível observar a utilização de dietas com pouca ou isenta participação de alimento volumoso na ração de bovinos de corte em fase de terminação em confinamento, onde o grão de milho normalmente compõe cerca de 70 a 90% da dieta (GRANDINI, 2009). A adoção desta prática pelos produtores tem trazido benefícios no desempenho animal e econômico, podendo ser incorporada nas propriedades de terminação de gado de corte e constituir de mais uma ramificação do sistema produtivo.

A criação de animais em estábulo gera grande quantidade de dejetos. Ao fazer uso de práticas de adubação com materiais orgânicos como o esterco bovino, além do fornecimento de nutrientes podem contribuir para a agregação do solo, melhorando a estrutura, aeração, drenagem e capacidade de armazenamento de água. A melhoria na fertilidade e aumento na produtividade das culturas não são os únicos benefícios da reciclagem dos nutrientes contidos no esterco, é importante lembrar que em várias situações os resíduos orgânicos são encarados como problemas que infringem as leis ambientais. Portanto, o solo pode ser considerado uma opção de descarte destes resíduos, desde que aplicados em quantidades proporcionais à demanda de nutrientes das plantas (CQFS RS/SC, 2004).

O objetivo foi avaliar a diferença de exportação de macronutrientes do solo quando se cultiva o milho para produção de grãos ou forragem e mensurar a reposição, e consequente balanço final, de macronutrientes pela adubação com esterco de bovinos em confinamento alimentados com diferentes dietas, verificando a capacidade de sustentabilidade dos sistemas.

## **4.2. Material e Métodos**

### **4.2.1. Local experimental e dados meteorológicos**

O trabalho foi realizado no Núcleo de Produção Animal – NUPRAN da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO no município de Guarapuava – PR, situado na

zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000). Os valores médios de precipitação, temperatura e insolação normal esperada e a ocorrida no período de cultivo do milho estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Médias mensais de precipitação pluvial, temperatura e insolação normal e ocorrida no período de cultivo do milho safra 2008/2009, Guarapuava – PR.

MÊSES	PRECIPITAÇÃO (mm)		TEMPERATURA (°C)		INSOLAÇÃO (horas)	
	Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida
Outubro	202,6	290,4	18,5	18,1	194,2	149,4
Novembro	167,5	156,2	19,9	18,9	201,6	209,9
Dezembro	196,1	74,6	21,0	20,4	204,6	263,6
Janeiro	200,9	256,4	21,7	19,8	200,6	194,5
Fevereiro	200,9	132,0	21,7	20,8	200,6	175,2
Março	171,6	94,2	21,6	20,5	172,3	235,7

FONTE: Estação Meteorológica do IAPAR instalada no CEDETEG/UNICENTRO, Guarapuava – PR.

#### 4.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento agrônomo, teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na planta e em seus constituintes e exportação dos nutrientes do solo pela cultura do milho com a finalidade de ensilagem ou colheita de grãos, sendo os tratamentos: T<sub>1</sub>: milho colhido como forragem para produção de silagem e T<sub>2</sub>: milho para grãos na maturidade fisiológica.

Posteriormente, os alimentos produzidos (milho grão ou silagem de planta inteira) foram fornecidos a novilhos de corte em fase de terminação em confinamento, tratados com diferentes sistemas de alimentação, os quais visaram fornecer em cada dieta elevada quantidade dos derivados de milho sem restringir as exigências nutricionais dos animais. O experimento teve por objetivo mensurar o consumo de alimentos, produção e teor de nutrientes no estercor de novilhos de corte terminados em confinamento com distintas dietas, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% de concentrado: grãos de milho inteiros (80%) + núcleo proteico,

vitamínico e mineral (20%), “*ad libitum*”; e T<sub>2</sub> – dieta com 5,5 kg animal<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho “*ad libitum*”.

A escolha dos tratamentos deu-se a partir da visualização de duas maneiras de utilização da cultura do milho em sistema de terminação confinada de bovinos de corte. Na maioria dos casos, efetua-se a colheita de forragem para a confecção de silagem de planta inteira de milho para utilização em dietas de confinamento, ração mais tradicionalmente praticada na região, onde a silagem compõe ao redor de 40 a 60% da alimentação dos animais. Em outra situação, pode-se colher apenas grãos para o fornecimento a bovinos em confinamento, podendo representar cerca de 80% da ração caracterizada como dieta 100% concentrada, a qual recentemente tem sido utilizada pelos produtores devido à viabilização econômica obtida em períodos de baixa remuneração pelo milho.

#### 4.2.3. Condução e avaliações das lavouras

Foram implantados 2 hectares de área experimental do híbrido simples SG-6010, de caráter granífero-silageiro, ciclo precoce, textura semiduro e de porte médio, onde 1 hectare foi destinado à produção de silagem de planta inteira e 1 hectare para colheita de grãos. A gleba plantada foi subdividida em 6 parcelas com 40 linhas de cultivo cada, totalizando área de 2.880 m<sup>2</sup> (32 x 90 m) por parcela e com 5 m de bordadura nas extremidades da área total.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Típico (POTT et al., 2007), e em ocasião antecipada ao plantio apresentou as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH CaCl<sub>2</sub> 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO: 2,62%; Al<sup>3+</sup>: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>: 5,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 5,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 5,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e saturação de bases (V%): 67,3%.

A implantação da cultura foi efetuada uniformemente para ambos os tratamentos aos oito dias do mês de outubro, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de 5 sementes por metro linear visando obter população final de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Por ocasião do plantio, realizou-se a adubação de base com 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 08-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). A adubação de cobertura com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia (45-00-00) foi realizada quando as plantas apresentaram quatro folhas expandidas, conforme as recomendações de adubação para cultura do milho para colheita de grãos do Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2004).

Antecipadamente ao plantio a área foi dessecada com herbicida a base de *Glifosato* (produto comercial Roundup Original<sup>®</sup>: 3,0 L ha<sup>-1</sup>), no manejo da cultura até 30 dias após emergência das plantas foram aplicados herbicida a base de *Atrazina* (produto comercial Atrazina Atanor<sup>®</sup>: 4,0 L ha<sup>-1</sup>), óleo mineral (produto comercial Assist<sup>®</sup>: 1,0 L ha<sup>-1</sup>) e inseticida do grupo químico *Piretróide* (produto comercial Karate Zeon 50CS<sup>®</sup>: 150 mL ha<sup>-1</sup>).

Para efeito de coleta de dados, as plantas de milho dos diferentes tratamentos foram avaliadas ao final de cada estágio fenológico, em intervalos de 10 dias, a partir do pleno florescimento à maturação fisiológica para avaliação da dinâmica de acúmulo de matéria seca (MS), composição física e dos teores de MS da planta e de seus componentes estruturais. Os estádios reprodutivos e desenvolvimento dos grãos das plantas de milho foram determinados conforme Ritchie et al. (2003), nas respectivas datas: estágio R1 – pleno florescimento (até 10 dias após florescimento); R2 (24/01) – grão leitoso (10 a 14 dias após florescimento); R3 (04/02) – grão pastoso (18 a 22 dias após florescimento); R4 (15/02) – grão farináceo (24 a 28 dias após florescimento); R5 (26/02) – grão farináceo a duro (35 a 42 dias após florescimento); e R6 (08/03) – maturidade fisiológica (55-65 dias após o florescimento).

Em cada avaliação procedeu-se a colheita de 10 plantas representativas contidas na área útil de cada parcela, cortadas manualmente a 20 cm do solo, utilizando-se do método do triplo emparelhamento, sendo 5 plantas utilizadas para determinação do teor de MS e 5 plantas para determinação da composição física (colmo, folhas, brácteas mais sabugo e grãos). Das plantas colhidas em cada parcela também se estimou a produção de matéria verde (MV) e a produção de matéria seca, altura de planta e espiga e número de folhas secas por planta. As estruturas vegetais processadas foram secadas em estufa de circulação de ar forçado a 55°C até atingir peso constante, para determinação do teor de MS parcial (AOAC, 1995).

Para a determinação da população de plantas por hectare, na ocasião da colheita para ensilagem (estádio R5) e grãos (estádio R6), foi realizada a aferição do número de plantas em 50 metros lineares aleatórios de cada parcela (10 amostras aleatórias de 5 m). Na determinação da produção de grãos na maturidade fisiológica das plantas (R6), após as avaliações realizadas no último estágio de desenvolvimento e obtenção do peso médio de grãos por planta, os grãos debulhados foram levados à estufa de secagem de circulação de ar forçado a 55°C até atingir peso constante (AOAC, 1995), posteriormente os valores obtidos foram corrigidos para a umidade padrão de 13% e transformados em quilogramas de grãos por hectare para a determinação da produtividade. As amostras de cada parcela, coletadas nos

estádios R5 e R6, sofreram moagem em moinho do tipo “Wiley”, com peneira de malha de 1 mm, e em seguida foram analisados os teores de N, P, K, Ca e Mg, realizadas de acordo com a metodologia descrita pelo manual de Análise de Solo, Planta e Outros Materiais (TEDESCO et al., 1995). A concentração dos nutrientes foram ponderadas pela produção de MS por hectare para o cálculo da quantidade de nutrientes exportados do solo conforme o tratamento.

#### **4.2.4. Colheita dos tratamentos e avaliação de perdas de matéria seca pela ensilagem**

O corte das parcelas para confecção das silagens ocorreu quando a lavoura encontrava-se em estágio fenológico de grão farináceo a duro (R5) aos 123 dias após a emergência das plantas. A forragem produzida foi colhida e processada com o auxílio de uma ensiladeira marca JF-Z10<sup>®</sup> regulada para picagem das plantas a um tamanho de partícula médio entre 8 e 12 mm e altura de corte entre 15 e 20 cm do solo. O material original colhido foi transportado e depositado em 3 silos do tipo trincheira construídos em local propício a ocorrência do ótimo processo fermentativo, com paredes e pisos de concreto, medindo 1,75 m de largura, 1,2 m de altura e 10 m de comprimento, onde procedeu-se a compactação da massa para a expulsão do oxigênio com um trator, e posteriormente os silos foram vedados e protegidos com lona de polietileno dupla face de 150  $\mu$ .

Realizou-se o processo de ensilagem com o objetivo de avaliar o percentual de perdas de MS durante o processo fermentativo e período de utilização das silagens. Para tanto, durante a compactação da massa foram locados 3 “bags” em cada silo, lacrados contendo material original de peso conhecido. A designação “bags” refere-se a uma bolsa de náilon maleável 100% poliamina, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Cada “bag” foi identificado, lacrado com 2000 g de forragem e distribuído no início, meio e fim de cada silo (2, 5 e 8 m em relação ao comprimento do silo), posicionados em meia altura (0,6 m em relação a altura do silo) e em porção centralizados em relação as paredes (0,8 m em relação a largura). A compactação final da massa contida nos “bags” ocorreu com a pressão exercida pelo trator na massa do silo, buscando a mesma compactação entre o material original do “bag” e do silo.

A abertura dos silos ocorreu simultaneamente, aos 284 dias após ensilagem, e o resgate dos “bags” ocorreu com o surgimento dos mesmos no painel frontal de retirada da silagem no decorrer do período de desensilagem para a alimentação animal, onde diariamente

foi retirada uma fatia de 10 cm. Com o aparecimento dos “bags” determinou-se o peso do conteúdo, representado pela silagem resultante da fermentação do material original, a qual foi encaminhada à estufa de circulação de ar forçado a 55°C até atingir peso constante, para determinação do teor de MS parcial (AOAC, 1995), e percentual de perdas de matéria seca no processo fermentativo e utilização da silagem, obtido pela relação entre quantidade de MS inserida (forragem) e quantidade de MS resgatada (silagem), conforme metodologia descrita por Neumann (2006), seguindo a seguinte expressão:

$$PMS = [1 - (\text{g de MS de silagem} \div \text{g de MS de forragem})] \times 100$$

Para avaliar a eficiência da compactação aferiu-se a massa específica dos silos, expresso em  $\text{kg m}^{-3}$  de MV, com a retirada da quantidade de silagem contida em um volume conhecido utilizando um anel metálico de 10 cm de diâmetro e 15 cm de comprimento, introduzido sob pressão, para a coleta de amostras no painel frontal do silo.

A colheita dos grãos foi realizada aos 134 dias após emergência das plantas, estando a lavoura em estágio fenológico de grãos plenamente duros (R6), de forma manual com posterior debulha das espigas por meio de uma trilhadeira estacionária. Nos grãos, efetuou-se a secagem, limpeza, ensaque e armazenamento para posteriormente ser fornecido na alimentação dos animais.

#### **4.2.5. Fornecimento dos alimentos para bovinos, avaliação da produção e teor de nutrientes do esterco gerado conforme o tipo de alimentação**

O experimento teve duração de 98 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas e instalações experimentais, resultando em 84 dias de avaliações. As instalações foram constituídas de 10 baias de confinamento, semi-cobertas, com área de 15  $\text{m}^2$ , possuindo um comedouro de concreto e um bebedouro metálico regulado por bóia automática. Utilizou-se 20 novilhos inteiros, da raça Canchim, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de 12 meses e peso vivo médio inicial de 365 kg com desvio padrão de 5 kg, vermifugados e equilibrados por peso e condição corporal para cada tratamento, onde cada dois animais representaram uma unidade experimental.

O manejo alimentar foi realizado 2 vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas, e o consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente através da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior. De mesma forma, o ajuste no fornecimento da quantidade de alimentos no tratamento com dieta 100% concentrado foi realizado diariamente

(*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida. Já o ajuste no fornecimento dos alimentos no tratamento com silagem de milho e concentrado foi realizado de maneira que o fornecimento de silagem de milho foi regulado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, porém, a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi constante do início ao fim do confinamento, independente do nível de consumo do volumoso. Esta prática permitiu relação volumoso:concentrado de 40:60 no início do confinamento e de 52:48 ao período final de confinamento. Na Tabela 12 encontram-se os teores de nutrientes na dieta.

As misturas de alimentos concentrado, núcleo proteico da dieta 100% concentrado e concentrado da dieta com silagem, foram elaboradas na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária Agroindustrial localizada no distrito de Entre Rios em Guarapuava - PR. Na preparação dos alimentos concentrados utilizaram-se os seguintes ingredientes: farelo de soja, casca de soja, farelo de trigo, radícula de malte, cevada, grãos de milho moídos, gérmen de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico, uréia pecuária, premix vitamínico e mineral, sal comum e monensina sódica. O núcleo proteico utilizado na dieta 100% concentrado apresentou teores médios percentuais de matéria seca (MS) de 90,22%, proteína bruta (PB) de 32,01%, estrato etéreo (EE) de 2,34%, fibra bruta (FB) de 7,54%, fibra em detergente neutro (FDN) de 22,20%, fibra em detergente ácido (FDA) de 11,08%, matéria mineral (MM) de 14,72%, cálcio (Ca) de 2,50%, fósforo (P) de 1,0%, potássio (K) de 1,42% e magnésio (Mg) de 0,44%, com base na matéria seca total. Já a mistura concentrada utilizada para compor a dieta com silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 89,20% de MS, PB de 19,00%, EE de 3,95%, FB de 9,00%, FDN de 28,66%, FDA de 13,15%, MM de 7,34%, Ca de 1,20% e P de 0,50%, K de 0,77%, e Mg de 0,34%, com base na matéria seca total.

A silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 33,11% de MS, PB de 7,74%, EE de 3,03%, NDT de 65,83%, FDN de 50,70%, FDA de 31,43%, MM de 3,74%, Ca de 0,17% e P de 0,18%, K de 0,81%, e Mg de 0,18%, com base na matéria seca total.

A avaliação das produções de esterco dos animais foi realizada em 2 períodos contínuos de 72 horas, sendo o primeiro na fase inicial do confinamento (aproximadamente 21 dias), e o segundo na fase final do confinamento (aproximadamente 63 dias), ambos com início às 0:00 horas no primeiro dia e término às 23:59 horas do terceiro dia de avaliação, onde procedeu-se a coleta total do esterco. Para as coletas, as instalações foram previamente higienizadas visando evitar contaminação das amostras, e foram realizadas por 10

colaboradores por turno, durante 72 horas, em sistema de revezamento a cada 6 horas. Foi recolhida a produção total de fezes de cada animal no momento da eliminação da excreta, as quais foram pesadas e amostradas em cada turno de 6 horas, e posteriormente armazenadas sob refrigeração em sacos plásticos individuais devidamente identificados. Ao fim do período de 72 horas, as fezes de cada unidade experimental foram homogeneizadas para a formação de uma nova amostra composta representativa dos 3 dias de avaliação. As amostras compostas de cada uma das duas épocas de avaliação foram secadas em estufas de ar forçado à 55°C até obter peso constante. Após a retirada da estufa, as amostras foram pesadas e então moídas em moinho tipo “Wiley” com peneira de crivos de 1 mm de diâmetro.

Nas amostras foram analisados os teores de N, P, K, Ca e Mg de acordo com a metodologia descrita pelo manual de Análise de Solo, Planta e Outros Materiais (TEDESCO et al., 1995). Para cálculo da quantidade de nutrientes repostos ao solo conforme o tratamento, as concentrações dos nutrientes foram ponderadas pela quantidade de MS de esterco gerado a partir do consumo dos alimentos produzidos por hectare.

#### **4.2.6. Delineamentos experimentais e análises estatísticas**

O delineamento experimental da etapa de lavoura foi em blocos casualizados, composto por 2 tratamentos com 3 repetições, onde cada repetição constou de uma faixa de cultivo. Os dados referentes ao comportamento agrônômico da lavoura foram submetidos à análise de regressão polinomial, considerando a variável período de avaliação (134 dias), pelo procedimento PROC REG do programa estatístico SAS (1993). As variáveis referentes à exportação de nutrientes do solo foram submetidas ao teste de comparação de médias “TESTE T” de Student (unilateral) a 5% de significância por intermédio do programa MICROSOFT OFFICE EXCEL®.

O delineamento experimental da etapa de fornecimento dos alimentos aos animais foi inteiramente casualizado, composto por 2 tratamentos com 5 repetições, onde cada repetição constou de uma baía de confinamento contendo dois novilhos, totalizando 10 unidades experimentais. Os teores de nutrientes e reposição de nutrientes pelo esterco foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993), considerando os fatores tipo de alimentação e períodos de avaliação.

### 4.3. Resultados e Discussão

Conforme a Tabela 3, o cultivo do milho ocorreu em período com boas condições climáticas para o desenvolvimento das plantas, com temperatura média de 20,73°C estando entre os 19 e 34°C recomendados para o bom desempenho da cultura de acordo com Brunini et al. (2006). A precipitação pluvial nos meses de pleno desenvolvimento das plantas ultrapassou 600 mm, sendo que segundo Durães et al.(2004) a cultura exige lâmina de precipitação em torno de 350 a 500 mm durante seu ciclo de vida, apesar de que os valores médios de precipitação foram inferiores a média normal em dezembro (meados do estágio vegetativo) e fevereiro (meados do estágio reprodutivo) mostrando déficits de 121,5 e 68,9 mm respectivamente. Nied et al. (2005) citam que as fases mais críticas da cultura à deficiência de água são o florescimento, enchimento de grãos e desenvolvimento vegetativo, na respectiva ordem de efeito sobre a redução da produtividade.

Foram observadas produções de 51.804 e 17.613 kg ha<sup>-1</sup> de MV e MS de forragem no momento da ensilagem, onde as plantas se encontravam em estágio de grãos farináceos a duro (Tabela 4). O híbrido apresentou produção de MS de grãos na maturidade fisiológica de 8.600 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5), porém quando corrigida para 13% de umidade padrão atingiu 9.718 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. A altura das plantas na ocasião da ensilagem foi em média de 2,09 m e a altura de inserção da primeira espiga de 1,27 m.

Na avaliação de híbridos de milho realizada pelo IAPAR (2009) na safra de 2008/2009 o mesmo híbrido no mesmo município apresentou altura de 2,25 m, altura de espiga de 1,30 m e produção de 10.459 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, sob população de 65.800 plantas ha<sup>-1</sup>.

De acordo com a escala de avaliação de Lupatini et al. (2005), o híbrido pode ser classificado como de médio “stay green” por apresentar mais que 3 folhas secas por plantas no ponto de ensilagem (3,78). Podendo considera-lo como de boas características para produção de silagem no que diz respeito à sanidade de folhas, manutenção do teor de umidade e qualidade fisiológica das partes vegetativas durante o estágio reprodutivo.

O índice de folhas verdes correlaciona-se positivamente com as produções de MV, MS, grãos na maturidade fisiológica, MS digestível e com o teor de proteína bruta. Indicando sua contribuição na elevação da quantidade e qualidade da massa para ensilagem. Contudo, o índice de folhas verdes correlaciona-se negativamente com o conteúdo de grãos na massa no momento da ensilagem (PAZIANI et al., 2009).

Os mesmos autores citam que o porte da planta, alturas de plantas e de espigas, apresentam coeficientes de correlação positiva com as produções de MV, MS, grãos, MS digestível, índice de grãos na espiga no momento da ensilagem e com a digestibilidade da planta inteira e do colmo, apresentando-se melhor em plantas mais altas.

**Tabela 4.** Medidas biométricas, produção de matéria verde (MV) e seca (MS) de forragem em R5, produção de grãos na maturidade fisiológica (R6), teores de MS da planta e dos componentes estruturais, e composição física da planta de milho na ensilagem.

AVALIAÇÕES	VALORES MÉDIOS
Altura de planta, R5 (m)	2,09
Altura de espiga, R5 (m)	1,27
Folhas secas por planta, R5	3,78
Produção de MV de forragem, R5 (kg ha <sup>-1</sup> )	51.804
Produção de MS de forragem, R5 (kg ha <sup>-1</sup> )	17.613
Produção de MS de grãos, R5 (kg ha <sup>-1</sup> )	8.033
Produção de grãos, R6 (kg ha <sup>-1</sup> , 13% umidade)	9.718
População de plantas obtida (plantas ha <sup>-1</sup> )	57.688
<b>Componentes da planta, R5</b>	<b>Teores de MS da forragem, (%)</b>
Colmo	19,48
Folhas	36,30
Brácteas e Sabugo	33,13
Grãos	58,35
Planta Inteira	34,00
<b>Composição morfológica da forragem, R5</b>	<b>% na MS da planta</b>
Colmo	23,53
Folhas	22,90
Brácteas e Sabugo	19,21
Grãos	34,36

Paziani et al. (2009), relatam que na avaliação de híbridos para silagem ainda não existem estudos amplos e não foram bem estabelecidas correlações entre a produtividade de grãos após a maturidade fisiológica e a produção de massa para silagem, mas a produção de grãos é um dos fatores que mais afeta a produção de massa seca total e massa seca digestível, podendo-se optar por cultivares com maiores produções de grãos à maturidade. Ao compararem várias cultivares de milho em diversos locais e anos de cultivo encontraram produtividades médias de 50,47 Mg ha<sup>-1</sup> de MV e 18,69 Mg ha<sup>-1</sup> de MS na ensilagem e 8,2 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos na maturidade. Os autores inferem que antes mesmo de se preocupar com os parâmetros de qualidade da silagem, a produção de MV e MS são os primeiros quesitos a serem considerados por contribuir para a diluição dos custos de implantação da cultura.

Por ocasião da ensilagem, as plantas apresentaram em sua composição morfológica valores de 23,53% de colmo, 22,90% de folhas, 19,21% de brácteas e sabugo, 34,36% de

grãos e 53,57% de espigas (brácteas e sabugo mais grãos). Foram observados teores de matéria seca de 34% na planta inteira, 19,48% no colmo, 36,30% nas folhas, 33,13 em brácteas e sabugo e 58,35% nos grãos (Tabela 4).

Segundo Neumann et al. (2011), um híbrido com boas características para produção de silagem deve apresentar menos de 5 folhas secas por planta, altura de planta entre 1,9 e 2,6 m e espiga de 0,8 a 1,2 m, produção de MV acima de 55 Mg ha<sup>-1</sup>, MS acima de 18 Mg ha<sup>-1</sup> e mais que 7 Mg ha<sup>-1</sup> de grãos. Ainda, deve apresentar menos de 25% de colmo, acima de 15% de folhas, menos de 20% de brácteas e sabugo e mais de 40% de grãos na ensilagem.

Conforme a Tabela 5, o acúmulo de MS apresentou comportamento linear crescente durante a fase reprodutiva da cultura, com aumento 190,15 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A produção de grãos também aumentou de forma linear, apresentando incremento de 212,38 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Já a produção de MV de forragem demonstrou comportamento quadrático, ocorrida pela manutenção do teor de umidade em alguns componentes da planta, principalmente colmo.

De acordo com Von Pinho et al. (2009), o crescimento da planta de milho é função linear do tempo. Ao avaliarem duas cultivares de milho, uma de potencial granífero e outra com características forrageiras, observaram crescimento linear do início ao fim do ciclo de vida, apresentando maior ascendência na cultivar de caráter forrageiro.

O teor de MS das folhas, brácteas e sabugo e da planta inteira se elevou de forma linear conforme o avanço dos estádios reprodutivos, apresentando taxas de secagem diárias de 0,33% nas folhas, 0,54% em brácteas e sabugo e 0,36% na planta inteira.

A avaliação da taxa de secagem dos híbridos permite selecionar materiais mais estáveis no campo, o que propicia ao produtor maior tempo operacional no processo de ensilagem, garantindo melhor estabilidade nutricional da silagem resultante.

Conforme a escala de avaliação estabelecida por Neumann (2006), onde, no período entre florescimento e senescência das plantas, materiais com taxa de secagem diária acima de 0,7% são classificados como de baixa estabilidade nutricional, entre 0,31 a 0,69% de média e abaixo de 0,3% são classificados como de alta estabilidade nutricional. Pode-se classificar o híbrido como de alta estabilidade nutricional, e considerando o teor de MS das plantas ideal para a ensilagem entre 30 e 37%, o híbrido apresentou janela de corte de 19 dias.

Os teores de MS do colmo e dos grãos apresentaram comportamento quadrático, sendo o colmo o principal componente na manutenção do teor de umidade da planta. O teor de matéria seca dos grãos foi crescente até o estágio de grãos farináceos, demonstrando

redução da taxa de secagem diária no final do ciclo. Neumann et al. (2011) citam que o teor de MS no colmo durante o estágio reprodutivo permanece relativamente constante, enquanto que os grãos apresentam cerca de 1% de incremento no teor de MS ao dia.

**Tabela 5.** Produção de matéria verde e seca de forragem, produção de matéria seca de grãos e comportamento agrônômico do híbrido de milho SG 6010, conforme os dias após emergência (DAE) e estágio de desenvolvimento das plantas.

SEQUÊNCIA DE AVALIAÇÕES					
90 DAE R2	101 DAE R3	112 DAE R4	123 DAE R5	134 DAE R6	Equações de regressão *
	<b>Produção de matéria verde (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				Y= 32746+386,7087D-1,8217D <sup>2</sup> (CV: 16,49; R <sup>2</sup> : 0,003; P=0,8230)
53.892	49.979	56.348	51.804	51.687	
	<b>Produção de matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				Y= -5678,3659+190,1538D (CV: 14,59; R <sup>2</sup> : 0,63; P=0,0001)
11.901	12.786	15.848	17.613	19.946	
	<b>Produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				Y= -19389+212,3799D (CV: 28,99; R <sup>2</sup> : 0,87; P=0,0001)
349	1.173	3.831	8.033	8.600	
	<b>Número de folhas secas por planta</b>				Y= -6,6997+0,0899D (CV: 44,73; R <sup>2</sup> : 0,47; P=0,0001)
1,51	2,63	3,02	3,78	5,88	
	<b>Matéria seca do colmo (%)</b>				Y= -3,8063+0,4643D-0,0022D <sup>2</sup> (CV: 10,36; R <sup>2</sup> : 0,12; P=0,0005)
19,64	20,75	19,65	19,48	18,22	
	<b>Matéria seca das folhas (%)</b>				Y= -5,5020+0,3247D (CV: 15,13; R <sup>2</sup> : 0,54; P=0,0001)
24,44	27,55	28,09	36,30	37,93	
	<b>Matéria seca de brácteas e sabugo (%)</b>				Y= -33,7189+0,5436D (CV: 14,64; R <sup>2</sup> : 0,82; P=0,0001)
16,15	21,21	25,25	33,13	40,08	
	<b>Matéria seca dos grãos (%)</b>				Y= -347,6881+5,6990D-0,020D <sup>2</sup> (CV: 15,81; R <sup>2</sup> : 0,92; P=0,0001)
7,00	25,72	43,64	58,35	62,03	
	<b>Matéria seca da planta inteira (%)</b>				Y= -11,1746+0,3642D (CV: 6,44; R <sup>2</sup> : 0,90; P=0,0001)
22,18	25,59	28,28	34,00	38,59	
	<b>Porcentagem de colmos (% na MS)</b>				Y= 73,5524-0,3982D (CV: 12,51; R <sup>2</sup> : 0,75; P=0,0001)
37,66	34,42	27,96	23,53	21,21	
	<b>Porcentagem de folhas (% na MS)</b>				Y= 73,6390-0,4021D (CV: 12,58; R <sup>2</sup> : 0,75; P=0,0001)
38,67	32,70	27,31	22,90	21,46	
	<b>Porcentagem de brácteas+sabugo (% na MS)</b>				Y= -30,9583+1,0507D-0,0052D <sup>2</sup> (CV: 18,53; R <sup>2</sup> : 0,23; P=0,0001)
20,84	23,98	20,73	19,21	17,08	
	<b>Porcentagem de grãos (% na MS)</b>				Y= -80,0730+0,9120D (CV: 22,76; R <sup>2</sup> : 0,89; P=0,0001)
2,82	8,90	24,01	34,36	40,25	

\* - D = Ciclo da cultura em dias após emergência, variando de 1 a 134 dias.

Com relação aos componentes estruturais da planta, houve redução linear no percentual de colmo e folhas, enquanto que o percentual de grãos cresceu linearmente conforme o avanço dos estádios reprodutivos. A proporção de colmo reduziu de 37,66% para 21,21% no final do ciclo, comportamento semelhante ocorreu nas folhas que reduziram de 38,67% para 21,46% no final do ciclo reprodutivo. Já os grãos apresentaram elevação na partição da planta, apresentando 2,82% no início das avaliações e chegando a maturidade fisiológica com 40,25% de participação. As brácteas e sabugo apresentaram comportamento

quadrático com o avanço dos estádios reprodutivos, demonstrando maior estabilidade na participação das plantas, com amplitude de 17,08% a 23,98% de participação.

Zopollatto et al. (2009), avaliaram as alterações na composição morfológica de seis híbridos por duas safras consecutivas a partir do florescimento à maturidade fisiológica, e observaram que o avanço da maturidade promoveu aumento das proporções de MS acumulada nos sabugos (de 1,6 para 9,2%) e grãos (de 0 para 43,4%) e redução na proporção de colmo (de 63,4 para 29,5%) e folhas (de 27,5 para 10,8%). Neumann (2006) afirma que a menor participação do colmo, brácteas e sabugo na planta aumenta a qualidade da silagem, visto que estas frações, de maneira geral, apresentam-se com altos teores de fibra, baixos teores de proteína bruta e menor digestibilidade.

De acordo com a Tabela 6, dentre os componentes da planta, as folhas são as que apresentam maiores concentrações dos macronutrientes, com teores de 2,19; 0,30; 0,88; 0,43 e 0,45 % de N, P, K, Ca e Mg respectivamente, exceto K que apresentou maior concentração no colmo. A maior concentração nas folhas demonstra a importância que este componente possui no fornecimento de nutrientes na alimentação animal, tornando de suma relevância a escolha de híbridos para silagem que apresentem alto “stay green” e porcentagem do componente na massa. E ainda, que se adotem práticas de manejo que mantenham a qualidade e sanidade foliar, como exemplo, fertilizações nitrogenadas e tratamento com fungicidas.

Porém, proporcionalmente a massa produzida na ensilagem, os grãos são responsáveis em quantidade pela maior exportação de nutrientes do solo e fonte aos animais de N e P. Já o K é fornecido em maiores proporções pelos colmos, e as folhas são as maiores fontes de Ca e Mg. O teor de nutrientes nos grãos em estágio R5 foi de 1,49; 0,28; 0,35; 0,10 e 0,11% de N, P, K, Ca e Mg respectivamente. Para os componentes colmo e brácteas mais sabugo os respectivos teores foram de 1,46 e 0,69% de K, 0,20 e 0,11% de Ca, 0,27 e 0,09% de Mg, os teores de N (0,83%) e P (0,18%) foram iguais entre os componentes (Tabela 6).

Ritchie et al. (2003) descrevem que com relação ao N total absorvido pelas plantas, na fase de maturidade fisiológica, aproximadamente 65% encontram-se nos grãos, 20% nas folhas, 6% no colmo, 3% em sabugo, haste e cabelo, 3% nas bainhas das folhas e 3% em palhas e bonecas de inserção mais baixa. Quanto ao P, aproximadamente 75% ficam concentrados nos grãos, 10% nas folhas, 7% no colmo, 3% em sabugo, haste e cabelo, 3% nas bainhas das folhas e 2% em palhas e bonecas de inserção mais baixa. Já o K, diferentemente dos outros elementos, está presente em maior concentração na estrutura vegetativa da planta,

onde aproximadamente 35% concentram-se nos grãos, 5% nas folhas, 30% no colmo, 10% em sabugo, haste e cabelo, 10% nas bainhas das folhas e 10% em palhas e bonecas de inserção mais baixa.

**Tabela 6.** Teores de nutrientes no colmo, folhas, brácteas e sabugo (B+S) e grãos na ensilagem, teores de nutrientes na forragem e grãos, exportação de nutrientes do solo com a colheita da forragem ou grãos, nutrientes exportados a mais pela forragem e percentual de exportação pelos grãos de milho do híbrido SG 6010.

VARIÁVEIS	TRATAMENTO	NUTRIENTES					
		N	P	K	Ca	Mg	
Teor (%)	Colmo	0,83	0,18	1,46	0,20	0,27	
	Componentes da planta, R5	Folhas	2,19	0,30	0,88	0,43	0,45
		B+S	0,83	0,18	0,69	0,11	0,09
		Grãos	1,49	0,28	0,35	0,10	0,11
		Forragem, R5	1,37	0,24	0,81	0,20	0,22
	Grãos, R6	1,80	0,28	0,34	0,12	0,11	
Exportação (kg ha <sup>-1</sup> )	Forragem, R5 <sup>1</sup>	241,31 a	42,14 a	141,99 a	34,87 a	38,40 a	
	Grãos, R6 <sup>1</sup>	154,80 b	24,17 b	29,37 b	10,64 b	9,11 b	
Diferença de Exportação (kg ha <sup>-1</sup> )		86,51	17,97	112,62	24,23	29,29	
Exportação pelo grãos (%)		64,15	57,36	20,68	30,51	23,72	

Médias, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste T a 5%.

<sup>1</sup>Para converter P em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K em K<sub>2</sub>O; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente. Obs.: Resultados obtidos, conforme o tipo de colheita, de lavouras cultivadas sob mesmas condições de manejo.

Por ocasião do corte para ensilagem, a planta inteira (forragem) apresentou teores de 1,37% de N, 0,24% de P, 0,81% de K, 0,20% de Ca e 0,22% de Mg. Pauletti (2004), encontrou concentrações de nutrientes na MS da planta, medida ao final do ciclo da cultura, de 2,03% de N, 0,43% de P, 1,63% de K, 0,31% de Ca e 0,30% de Mg. Computando a média de 5 trabalhos de pesquisa levantados por Von Pinho et al. (2009), que permitiram o cálculo das concentrações de nutrientes na MS da planta ao final do ciclo da cultura, foi possível encontrar teores de 1,08% de N; 0,87% de K; 0,19% de P; 0,18% para Ca e Mg; e 0,11% de S, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Segundo Von Pinho et al. (2009), no geral, a absorção e acúmulo da maior parte dos nutrientes extraídos do solo seguem quantitativamente a mesma dinâmica de desenvolvimento da planta. Os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo e as diferenças verificadas nas velocidades de absorção ocorrem em função do ciclo do genótipo e estágio em que se encontra, e na translocação das folhas e dos colmos para os órgãos reprodutivos (FRANÇA e COELHO, 2001). O comparativo de teores de nutrientes da planta em ponto de ensilagem (R4

e R5) não reflete fielmente os valores encontrados quando os teores são analisados na fase de maturação fisiológica, pois ainda existe um intervalo de tempo entre os estádios em que as plantas possivelmente possam absorver mais nutrientes do solo.

Os teores de nutrientes encontrados nos grãos de milho na fase de maturação fisiológica foram de 1,80% de N, 0,28% de P, 0,34% de K, 0,12% de Ca e 0,11% de Mg (Tabela 6). Já os teores encontrados por Pauletti (2004), foram de 1,58% de N, 0,38% de P, 0,48% de K, 0,05% de Ca e 0,15% de Mg.

Com relação à extração de nutrientes do solo pela planta (Tabela 6), os valores das análises no momento da ensilagem demonstram que os nutrientes extraídos em maior grandeza seguiram a ordem decrescente de  $N > K > P > Mg > Ca$ .

Ferreira (2009) em experimento avaliando diferentes genótipos por duas safras consecutivas encontrou concentrações de macronutrientes extraídos na seguinte ordem:  $N > K > Mg > Ca > P$  para a maioria dos híbridos avaliados no primeiro ano de avaliação;  $K > N > Ca = Mg > P$  para todas as variedades melhoradas e regionais no primeiro ano de avaliação;  $N > K > P > Mg > Ca$  para a maioria dos híbridos avaliados no segundo ano;  $K > N > P > Mg > Ca$  para todas as variedades melhoradas e regionais, também no segundo ano de avaliação. O autor ressalta que as alterações morfofisiológicas dos híbridos modernos de milho são responsáveis pelas alterações na dinâmica de absorção do N, e a baixa extração de P no primeiro ano de cultivo pode estar relacionada à baixa disponibilidade de água ocorrida.

Na comparação entre a exportação de nutrientes do solo pela colheita de forragem ou grãos na maturidade, de acordo com as respectivas produções de MS, foi possível ilustrar a quantidade de nutrientes a mais que foram exportados pela colheita da forragem. Os valores expressos em  $kg\ ha^{-1}$  foram de 241,31 vs 154,80 de N; 42,14 vs 24,17 de P; 141,99 vs 29,37 de K; 34,87 vs 10,64 de Ca e 38,40 vs 9,11 de Mg para forragem e grãos, respectivamente. Com isso, a colheita de forragem exportou do solo 86,51; 17,97; 112,62; 24,23 e 29,29  $kg\ ha^{-1}$  de N, P, K, Ca, Mg a mais que a colheita de grãos (Tabela 6).

Coelho e França (1995) citados por Coelho (2006), ao fazerem um comparativo entre níveis de produção e exportação de nutrientes do solo pela colheita de grãos ou forragem, observaram que para a produção de 17.130  $kg\ ha^{-1}$  de massa de MS a cultura do milho exportou do solo 230  $kg$  de N, 23  $kg$  de P, 271  $kg$  de K, 52  $kg$  de Ca e 31  $kg$  de Mg. Já para a produção de 9.170  $kg\ ha^{-1}$  de grãos, foram exportados 187  $kg$  de N, 34  $kg$  de P, 143  $kg$  de K, 30  $kg$  de Ca e 28  $kg$  de Mg. Ainda, os autores demonstraram que as exportações dos

macronutrientes aumentam linearmente com o aumento da produtividade da cultura.

Uma questão importante a ser considerada é que, para obtermos a relação exata entre a diferença da exportação de nutrientes do solo por uma lavoura colhida para silagem ou deixada para a colheita dos grãos devem-se analisar os teores de nutrientes das massas produzidas (grãos ou forragem) da mesma lavoura e em seus exatos pontos de colheita.

Do total de nutrientes encontrados na forragem (Tabela 6), os grãos maduros exportaram 64,15% do N, 57,36% do P, 20,68% do K, 30,51% do Ca e 23,72% do Mg, demonstrando que grande parte do K, Ca e Mg extraído pela cultura retorna ao solo pela decomposição palhada quando se colhe apenas os grãos, porém, a maior parte do N e P absorvidos são exportados com a colheita dos grãos.

Quanto à exportação dos nutrientes, quando a finalidade é produzir grãos (total de nutrientes nos grãos/total de nutrientes extraídos pela planta) o P é quase todo translocado para os grãos (77 a 86 %), seguindo-se o N (70 a 77 %), o S (60 %), o Mg (47 a 69 %), o K (26 a 43 %) e o Ca (3 a 7 %), (COELHO, 2006). Com base nessas taxas de exportação, nota-se que apesar do componente grão possuir grande concentração da maioria dos elementos retirados do solo, ainda sim, a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente K, Mg e Ca contidos na palhada.

A divergência de teores e exportação de nutrientes encontrados neste trabalho comparados com o de outros autores pode ser explicada pelo que infere Ferreira (2009), onde a disponibilidade de nutrientes no solo é uma das principais causas das variações da concentração de nutrientes e capacidade de absorção pelas plantas, seguido de alterações climáticas durante o período de desenvolvimento da cultura e nível tecnológico. Também, as variações encontradas no estado nutricional de plantas podem estar associadas à grande diversidade genética presente nos genótipos de milho atualmente comercializados.

Ao transformar os valores de exportação de nutrientes para as fontes de fornecimento via fertilizante mineral (Tabela 7), observa-se que para a produção da silagem (forragem) foram utilizados 241,31 kg ha<sup>-1</sup> de N; 96,50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 170,39 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 48,47 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 63,74 kg ha<sup>-1</sup> de MgO. Já para a produção de grãos, foram utilizados 154,80 kg ha<sup>-1</sup> de N; 55,35 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 35,24 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 14,79 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 15,12 kg ha<sup>-1</sup> de MgO. Sendo que as adubações realizadas na cultura forneceram ao solo 148 kg ha<sup>-1</sup> de N, 105 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Considerando os valores de fornecimento via adubação da cultura (Tabela 7), o cultivo

para silagem gerou saldo negativo no solo de 93,31 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100,39 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 48,47 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 63,64 kg ha<sup>-1</sup> de MgO. Para a produção de grãos, houve somente pequeno déficit de 6,80 kg ha<sup>-1</sup> de N e dos nutrientes não fornecidos pela adubação, de 14,79 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 15,12 kg ha<sup>-1</sup> de MgO, desconsiderando as operações de calagem para correção do solo. Contudo, houve saldo positivo no solo de 8,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a produção de silagem e para produção de grãos de 49,65 e 34,76 kg ha<sup>-1</sup> para P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

**Tabela 7.** Exportação de nutrientes representada pela fonte de fornecimento e saldo resultante no solo pela colheita da forragem para silagem ou grãos maduros, e diferença de exportação de nutrientes pela colheita de forragem em relação aos grãos.

BALANÇO DE NUTRIENTES		FERTILIZANTES (kg ha <sup>-1</sup> )				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
<b>Fornecido via adubação (base e cobertura)</b>		148	105	70	-	-
<b>Exportação de nutrientes/saldo resultante</b>	Forragem	241,31 a	96,50 a	170,39 a	48,47 a	63,74 a
	Saldo no solo	-93,31	8,50	-100,39	-48,47	-63,74
	Grãos	154,80 b	55,35 b	35,24 b	14,79 b	15,12 b
	Saldo no solo	-6,80	49,65	34,76	-14,79	-15,12
<b>Diferença</b>		86,51	41,15	135,14	33,68	48,62

Médias, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste T a 5%.

Obs.: Resultados obtidos, conforme o tipo de colheita, de lavouras cultivadas sob mesmas condições de manejo.

De acordo com Von Pinho et al. (2009), a extração de nutrientes depende do rendimento de fitomassa obtido e da acumulação de nutrientes nos grãos e em outros componentes estruturais, e é necessário disponibilizar às plantas as quantidades de nutrientes que estas tem capacidade e necessidade de extrair, no entanto, estes nutrientes disponíveis devem ser repostos pelo solo e pelas adubações. As recomendações oficiais de adubação para a cultura do milho no Brasil são realizadas por meio de doses de nutrientes baseadas na produtividade esperada e tipo de exploração, entretanto, essas recomendações apresentadas na forma de tabelas condizem a valores médios para um sistema radicular explorando um volume pré-determinado de solo, consistindo de um procedimento generalista que necessita ser ajustado a cada caso (VON PINHO et al., 2009).

De acordo com Coelho (2006), dados de experimentos conduzidos com doses moderadas a altas de fertilizantes disponibilizados para o desenvolvimento da cultura do milho para grãos e/ou silagem demonstraram que a extração de nutrientes pelas plantas cultivadas foi maior no nível de alta adubação por incrementar linearmente a resposta da cultura em produzir fitomassa, e com isso, otimizar a extração de N, P, K, Ca e Mg.

As recomendações oficiais para adubação do milho utilizadas permitem o adequado

fornecimento de nutrientes à cultura conforme o nível de produtividade esperada e tipo de exploração, porém, não garantem que não seja gerado saldo negativo no solo pela exportação de nutrientes tanto na exploração para forragem como na colheita de grãos. A avaliação do fluxo de nutrientes é uma importante ferramenta para o monitoramento de safras de milho e, quando utilizada em conjunto ao plano de aplicação de nutrientes pode ampliar os níveis de precisão da fertilização do solo e de plantas. Além disso, em um plano de agricultura sustentável, o balanço de entradas e saídas de nutrientes no sistema é importante para definir a economia da produção e os níveis de fertilidade do solo (HECKMAN et al., 2003).

Para minimizar possíveis falhas na reposição de nutrientes no solo e realizar práticas de adubação com maior acurácia é necessário que se desenvolvam mais trabalhos como o de Martin et al. (2011), que tem por objetivo estimar a capacidade de extração de nutrientes pela cultura do milho, tanto para silagem como para grãos, por métodos de modelagem através de cenários criados para simulação do crescimento e desenvolvimento da cultura, com a estimativa da produtividade potencial e deplecionada, levando em consideração o genótipo a ser utilizado, adubações, épocas de semeadura e dados climáticos regionais.

Na Tabela 8, encontram-se os teores de MS referente a amostras coletadas da forragem picada de cada silo no momento da ensilagem apresentando na média 33,71%, teores de MS das silagens com média de 33,11%, massa específica obtida pela compactação apresentando média de 506 kg m<sup>-3</sup> de silagem na matéria natural e valores de perdas de MS resultante da análise dos “bags” alcançando média de 14,51% de perdas na fermentação.

**Tabela 8.** Teores de matéria seca (MS) na forragem e na silagem resultante, massa específica de matéria natural (MN) obtida com a compactação no processo de ensilagem e perdas de matéria seca na fermentação das silagens.

VARIÁVEIS	ARMAZENAMENTO DA SILAGEM			MÉDIA
	Silo 1	Silo 2	Silo 3	
Teor de MS da forragem (%)	32,33	34,25	34,50	33,71
Teor de MS da silagem (%)	33,39	32,66	33,27	33,11
Massa específica na MN (kg m <sup>-3</sup> )	498	509	511	506
Perdas de MS (%)	14,66	16,99	11,87	14,51

Foram avaliados os teores de macronutrientes do esterco gerado a partir do fornecimento de diferentes dietas para novilhos de corte em confinamento, com o objetivo de mensurar a reposição dos macronutrientes ao solo pela adubação orgânica conforme o tipo de colheita da cultura do milho e dieta fornecida no confinamento. As rações foram

desenvolvidas visando utilizar a cultura do milho em dieta convencional para o confinamento de bovinos, tornando-a fonte de volumoso, ou utilizando os grãos como alimento concentrado compondo 80% de uma dieta formulada com 100% de alimentos concentrados.

Portanto, é importante ressaltar que as concentrações de nutrientes no esterco (Tabela 9) e as quantidades totais de nutrientes capazes de serem repostos pela adubação orgânica (Tabela 11) não são provenientes de animais alimentados apenas com milho em suas diferentes formas de fornecimento, mas sim, de animais alimentados com dietas balanceadas onde quantidades consideráveis de nutrientes minerais foram disponibilizadas pelo fornecimento dos alimentos concentrados. Além disso, a capacidade de reposição de nutrientes pela adubação com esterco constatadas neste trabalho pode estar subestimada em comparação a situações não experimentais, devido ao método de coleta de esterco que não permitiu contaminação com a urina, a qual em situações práticas pode carrear nutrientes.

Conforme a Tabela 9, houve diferença significativa entre os tratamentos para os teores de N, P, K, Ca e Mg no esterco, entretanto, não foram observadas interações entre tipo de alimentação e período de avaliação. Os animais que consumiram em sua dieta 80% de grãos de milho apresentaram maiores teores nas fezes de N (3,22 vs 2,71 %), P (1,87 vs 1,26 %), Ca (4,35 vs 1,75 %) e Mg (0,66 vs 0,43 %) comparativamente aos animais alimentados com silagem. No entanto, animais alimentados com silagem apresentaram maior teor de K nas fezes (0,61 vs 0,30 %), justamente pela maior concentração de K na forragem.

**Tabela 9.** Teores de nutrientes no esterco de bovinos em confinamento alimentados com dieta composta por 45% de silagem de milho planta inteira ou 80% de grãos de milho inteiro, conforme a fase de confinamento dos animais.

PERÍODOS DE CONFINAMENTO	TEORES DE NUTRIENTES NO ESTERCO (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
	<b>Dieta com silagem de milho<sup>1</sup></b>				
Fase Inicial	2,82	1,24	0,67	1,73	0,44
Fase Final	2,61	1,27	0,54	1,77	0,42
Média	2,71 b	1,26 b	0,61 a	1,75 b	0,43 b
	<b>Dieta 100% concentrado<sup>2</sup></b>				
Fase Inicial	3,25	1,87	0,30	3,67	0,66
Fase Final	3,19	1,87	0,29	5,03	0,67
Média	3,22 a	1,87 a	0,30 b	4,35 a	0,66 a

Tratamentos – <sup>1</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*); <sup>2</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*).

Médias, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Segundo a CQFS RS/SC (2004), normalmente o esterco sólido de bovinos apresenta

1,5% de N, 0,61% de P, 1,25% de K, 0,8% de Ca e 0,5% de Mg na MS, valores diferentes dos encontrados neste experimento. Contudo, sabe-se que os teores de nutrientes são variáveis conforme o tipo de alimentação, e a alta concentração de K referenciado acima sugere uma maior participação de forragens nas dietas em relação às usadas no presente trabalho.

Devido a alta participação de grãos nas rações deste experimento, os teores de alguns nutrientes se assemelharam aos do esterco sólido de suínos, que apresenta em sua composição 2,1% de N, 1,22% de P, 2,42% de K, 2,8% de Ca e 0,8% de Mg (CQFS RS/SC, 2004).

Na Tabela 10 encontram-se os valores de produção de silagem e grãos de milho considerando o fator perdas ocorridas conforme o processo realizado, o consumo diário de silagem ou grãos evidenciado nos animais de cada tipo de dieta, a quantidade de animais que podem ser engordados conforme o tipo de alimento produzido, as produções diárias de MS de esterco por animais e total por hectare. Sendo estes valores utilizados para calcular o potencial de reposição de nutrientes ao solo pela adubação com o esterco produzido em cada dieta.

**Tabela 10.** Produção de silagem ou grãos de milho por hectare, consumo de silagem ou grãos evidenciado nos animais, número de animais que podem ser alimentados conforme o tipo de dieta, e produção de esterco diária e total por hectare.

FORMA DE FORNECIMENTO DO MILHO	VARIÁVEIS MENSURADAS				
	Produção do alimento <sup>1</sup>	Consumo do alimento <sup>2</sup>	Capacidade de suporte <sup>3</sup>	Produção de esterco	Total de esterco
	kg de MS ha <sup>-1</sup>	kg de MS animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	animais ha <sup>-1</sup>	kg de MS animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	kg de MS ha <sup>-1</sup>
<b>Silagem</b>	15.057	4,56	39	3,07	10.155
<b>Grão</b>	7.826	5,24	18	1,25	1.862

<sup>1</sup>Perdas consideradas: Silagem = 14,51% na fermentação, segundo metodologia dos “bags” (NEUMANN, 2006); Grãos = 9% entre colheita e transporte, conforme sugerido por EMBRAPA (2010).

<sup>2</sup>Tratamentos – Silagem: 5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*); Grãos: 80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*).

<sup>3</sup>Para 84 dias de alimentação.

Foram encontradas diferenças significativas no potencial de reposição de nutrientes ao solo conforme o tipo de alimentação fornecida para novilhos em confinamento (Tabela 11). Animais alimentados com dieta convencional utilizando silagem de milho e concentrado, em comparação aos alimentados com grãos, apresentaram maiores produções no esterco de N (276,28 vs 59,37 kg ha<sup>-1</sup>), P (128,12 vs 33,37 kg ha<sup>-1</sup>), K (58,32 vs 5,38 kg ha<sup>-1</sup>), Ca (177,7 vs 78,89 kg ha<sup>-1</sup>) e Mg (43,64 vs 11,81 kg ha<sup>-1</sup>), por unidade de área conforme o tipo de alimento colhido. Apesar dos teores de nutrientes no esterco serem maiores em dietas com grãos,

exceto K, os animais alimentados com forragem apresentaram maior capacidade de reposição de nutrientes ao solo principalmente pelo maior volume de esterco produzido.

**Tabela 11.** Quantidade de nutrientes no esterco e balanço de nutrientes no solo considerando a reposição via adubação com esterco de bovinos alimentados com diferentes formas de utilização do milho, de acordo com a capacidade de suporte alimentar de cada tipo de alimento produzido por hectare.

TIPO DE DIETA NO CONFINAMENTO		NUTRIENTES NO ESTERCO <sup>3</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )				
		N	P	K	Ca	Mg
Dieta com silagem de milho <sup>1</sup>		276,28 a	128,12 a	58,32 a	177,70 a	43,64 a
Dieta 100% concentrado <sup>2</sup>		59,37 b	33,37 b	5,38 b	78,89 b	11,81 b
BALANÇO DE NUTRIENTES		FONTE DO FERTILIZANTE (kg ha <sup>-1</sup> )				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Área destinada à dieta com silagem	Saldo no solo pós ensilagem	-93,31	8,50	-100,39	-48,47	-63,74
	Reposição via esterco	276,28	293,40	69,99	247,01	72,44
	Saldo Final	182,97	301,90	-30,40	198,54	8,70
Área destinada à dieta 100% concentrado	Saldo no solo pós colheita	-6,80	49,65	34,76	-14,79	-15,12
	Reposição via esterco	59,37	76,41	6,46	109,66	19,61
	Saldo Final	52,57	126,06	41,21	94,87	4,48

Médias, seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Tratamentos – 15,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*); <sup>2</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*).

<sup>3</sup>Para converter P em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K em K<sub>2</sub>O; Ca em CaO e Mg em MgO, multiplicar por 2,29; 1,20; 1,39 e 1,66; respectivamente.

Levando em consideração o saldo de nutrientes resultante no solo após a colheita de cada tipo de alimento (Tabela 7), calculou-se o saldo de nutrientes final no solo que resultaria após a adubação orgânica, de acordo com o potencial de reposição do esterco de cada tipo de dieta (Tabela 11). A prática de colheita de forragem de milho e alimentação de animais em confinamento com silagem, apesar de inicialmente resultar em maior déficit de nutrientes ao solo, quando se contabilizou a possível reposição de nutrientes com o retorno pelo esterco à gleba de cultivo, possibilitou excedente no solo de 182,97 kg ha<sup>-1</sup> de N, 301,90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 198,54 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 8,7 kg ha<sup>-1</sup> de MgO, porém, ainda assim existiria déficit de 30,4 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Já a colheita e fornecimento de grãos de milho aos animais e posterior retorno pelo esterco, resultaria em excedente nas glebas de cultivo de 52,57 kg ha<sup>-1</sup> de N, 126,06 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41,21 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 94,87 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 4,48 kg ha<sup>-1</sup> de MgO.

Ambos os sistemas de produção de bovinos em confinamento apresentaram plena capacidade de sustentabilidade de nutrientes no solo, e ainda, podendo contribuir com o enriquecimento da fertilidade e reduzir os custos com fertilizantes minerais nos cultivos sucessivos.

Contudo, neste pensamento, os adubos orgânicos apresentam concentrações e taxas de liberação no solo muito variáveis, as quais afetam a disponibilidade para as plantas. Os esterco sólidos com altos teores de fibra e lignina apresentam maior relação carbono:nitrogênio e menores quantidades de nutrientes na forma mineral, sendo decompostos mais lentamente no solo, e liberando menores quantidades de nutrientes para as plantas. Entretanto, favorecem o acúmulo de matéria orgânica no solo e possuem maior quantidade de nutrientes minerais em relação aos esterco líquidos (CQFS RS/SC, 2004).

De acordo com a CQFS RS/SC (2004), os índices de eficiência que indicam a proporção dos nutrientes contidos no esterco bovino sólido e disponibilizados nos dois primeiros cultivos após a aplicação, teoricamente, para o N é de 30% no primeiro cultivo e 20% no segundo cultivo, para o P é de 80% no primeiro e 20% no segundo cultivo, o K é 100% disponibilizado já no primeiro cultivo por não fazer parte de nenhum composto orgânico que necessite de mineralização microbiana. No entanto, o esterco de animais alimentados com rações mais concentradas apresenta maior disponibilidade inicial de nutrientes para as plantas do que esterco de animais alimentados com volumosos ou criados a pasto. O esterco suíno, por exemplo, disponibiliza 80% do N já no primeiro cultivo, 90% do P no primeiro cultivo e 10% no segundo, e 100% do K no primeiro cultivo.

Portanto, considerando a eficiência de disponibilização dos nutrientes do esterco sólido de bovinos e contabilizando os déficits gerados com a colheita dos tratamentos, ainda assim, para a área onde foi colhida forragem sobraría para os cultivos sucessivos 45 kg ha<sup>-1</sup> de N e para a área de colheita de grãos remanesceria 23 kg ha<sup>-1</sup> de N, os saldos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O permaneceriam os mesmos da Tabela 11, visto a eficiência de disponibilização de 100%. Entretanto, em áreas de milho forragem, dependendo das culturas sucessoras, a adubação com esterco não poderá ser efetuada com a quantia total de esterco produzido, devido à alta quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que retornaria, podendo causar desbalanço de nutrientes no solo.

Segundo a recomendação de adubação orgânica e mineral da CQFS RS/SC (2004), a quantidade de adubo orgânico a ser distribuído deve ser calculada fixando-se um nutriente pela exigência de adubação da cultura a ser implantada. Por exemplo, a exigência de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> do milho em solos de baixa fertilidade é de 125 kg ha<sup>-1</sup>, com o esterco de animais que consumiram silagem seria possível suprir esta necessidade aplicando 4.300 kg ha<sup>-1</sup>, completando a necessidade dos outros nutrientes com fertilizantes minerais, onde o restante do esterco poderia ser remanejado para outras áreas.

De outra forma, ao considerar a implantação de duas culturas anuais que exijam juntas 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o esterco dos animais alimentados com silagem poderia ser aplicado em sua totalidade, extinguindo-se assim a necessidade de outra fonte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Considerando a produção de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no esterco de bovinos alimentados com grãos, para o cultivo do milho por exemplo, poderia ser aplicada a quantidade total de esterco, possibilitando a eliminação da adubação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com outra fonte mineral.

SILVA et al. (2010), monitoraram a fertilidade do solo por seis anos consecutivos de uma área destinada ao cultivo sucessivo de forragens de inverno (aveia preta e azevém) e verão (milho e sorgo) para a confecção de silagens, aplicando 0, 50 ou 100% da adubação mineral exigida pelas culturas associando a 0, 30, 60, 90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Após os seis anos de cultivo, os autores concluíram que as maiores aplicações de adubo mineral e orgânico não foram suficientes para alterar a concentração de P em profundidade, acusando sua permanência em maior parte na camada de 0 a 5 cm do solo.

No mesmo experimento, as quantidades de adubo mineral e orgânico não foram suficientes para a manutenção do teor de K semelhantes ao inicial quando da implantação do experimento, porém a adubação orgânica contribuiu para o maior acúmulo de carbono na superfície do solo. Na avaliação da condutividade elétrica, os autores inferiram que o baixo valor observado ao longo do perfil é referente ao esgotamento de nutrientes do solo devido à retirada constante da forragem, o fator que mais influenciou foi o baixo teor de K disponível, sendo um indicativo da elevada exportação deste nutriente pela forragem.

#### **4.4. Conclusões**

A colheita de milho para forragem promoveu maior exportação de nutrientes do solo, exportando das glebas de cultivo 56% a mais de nitrogênio, 74% de fósforo, 384% de potássio, 228% de cálcio e 322% de magnésio, quando comparada à exportação promovida pela colheita somente dos grãos. A adubação mineral realizada no manejo da lavoura foi suficiente quando se colheu apenas grãos, porém, gerou déficits ao solo de 93 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 84 kg ha<sup>-1</sup> de potássio quando o milho foi colhido como forragem.

Os sistemas de produção de bovinos em confinamento alimentados com forragem ou grãos de milho, quando se mensurou o potencial de retorno de nutrientes pelos tipos de esterco, apresentaram capacidade de manutenção da sustentabilidade de nutrientes no solo. E

ainda, podem contribuir com o enriquecimento da fertilidade e reduzir os custos com fertilizantes minerais nos cultivos sucessivos. Apenas o sistema de forrageamento e alimentação de bovinos com silagem de milho ainda demonstrou deficiência de potássio após se considerar o retorno via esterco, possivelmente pelo baixo fornecimento na adubação de base da cultura, a qual foi ajustada pela recomendação para produção de grãos.

Portanto, não se recomenda o cultivo de milho para forragem com os níveis de adubação ajustados para a produção de grãos, corroborando as recomendações de adubação do milho para produção de silagem. Quando o objetivo é produzir silagem, as cargas principalmente de nitrogênio e potássio devem ser incrementadas nas operações de adubação de base e cobertura, como recomendam alguns manuais de adubação. O monitoramento do fluxo de nutrientes em áreas de produção de milho forragem é de fundamental importância por proporcionar controle da produção e direcionar à sustentabilidade do sistema.

#### 4.5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

BALIEIRO NETO, G.; BRANCO, R.B.F.; CIVIDANES, T.M.S. NOGUEIRA, J.R.; FELIX, M.R.F.; ROMA JUNIOR, L.C.; BUENO, M.S.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.; REI, F.M.C.T. Relação custo benefício na produção de silagem com milho *Bt*. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. P.131-172.

BRUNINI, O.; ABRAMIDES, P.L.G.; BRUNINI, A.P.C.; CARVALHO, J.P. Características macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. **Infobibos**, v.1, 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/ambientemilho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/ambientemilho/index.htm)>. Acesso em: 02/12/2011.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica,78).

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DURÃES, F.O.M.; SANTOS, M.X.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, F.G.; GUIMARÃES, C.M.; TRINDADE, M.G.; LOPES, M.A. A phenotyping platform supporting breeding and genomics programs of cereals and legumes at Embrapa – Brazil. In: **DROUGHT PHENOTYPING PROTOCOLS WORKSHOP**, 2004, Montpellier.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção – Cultivo do Milho: Colheita e Pós Colheita**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm)>. Acesso em: 01/12/2011.

FERREIRA, C.F. **Diagnose nutricional de diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.; FERREIRA, J.J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.53-83.

GRANDINI, D. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.90-102.

HECKMAN, J.R.; SIMS, J.T.; BEEGLE, D.B.; COALE, F.J.; HERBERT, S.J.; BRUULSEMA, T.W.; BAMKA, W.J. Nutrient removal by corn grain harvest. **Agronomy Journal**, vol.95, p.587-591, 2003.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Avaliação Estadual de Cultivares de Milho Safra 2008/2009**. Londrina: IAPAR, 2009. (Informe da Pesquisa, n.157).

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

LUPATINI, G.C.; MACCARI, M.; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E.; NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho (*Zea mays*, L.) para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.185-196, 2005.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; SILVA, M.R. ORTIZ, S.; BERTONCELI, P. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.173-220.

NEUMANN, M. **Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre perdas, valor nutritivo das silagens e desempenho de novilhos confinados**. Porto Alegre, 2006, 201p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; ZANETTE, P.M.; UENO, R.K.; MARAFON, F.; SOUZA, M.P. Aplicação de procedimentos técnicos na ensilagem do milho visando maior desempenho animal. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.95-130.

NIED A.H.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V.; SILVA, J.C.; ALBERTO, C.M. Épocas de semeadura de milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.995-1002, 2005.

NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: SANTOS, F.A., NUSSIO, L.G., SILVA, S.C. (Eds.). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 75-177.

PAULETTI, V. **Nutrientes: teores e interpretações**. 2.ed. Castro: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica e Agropecuária, 2004. 86p.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.D.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambientia**, v.3, p.51-63, 2007.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Potafós: Arquivo do Agrônomo**, n.15, 2003. 20p. (Informações Agronômicas, n.103).

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics**. 4.ed. Version 6. Cary, North Caroline, v.2, 1993. 943p.

SILVA, J.C.P.M.; MOTTA, A.C.V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C.M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A.S.; SILVA, L.F.C. Esterco de gado leiteiro associado a adubação mineral e sua influência na fertilidade se um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.453-463, 2010.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p. (Boletim técnico, n.5).

VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; PEREIRA, J.L.A.R.; REIS, M.C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.2, p.157-173, 2009.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G.; MARI, L.J.; SCHMIDT, P.; DUARTE, A.P.; MOURÃO, G.B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.452-461, 2009.

## 5. CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHOS CONFINADOS COM DIETA 100% CONCENTRADO CONTENDO GRÃOS DE MILHO INTEIROS OU DIETA COM 55% DE CONCENTRADO E SILAGEM DE MILHO

### Resumo

Em anos de preços depreciados de concentrados é possível observar dietas com altas proporções de grãos ou até mesmo dietas onde se exclui a fração volumosa. No entanto, pouco se sabe ainda sobre a resposta produtiva que pode ser obtida com a utilização de dietas isentas de volumoso na cadeia de produção brasileira. O objetivo do trabalho foi avaliar o consumo de matéria seca diário (CMSD) e em relação ao peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD), conversão alimentar (CA), comportamento ingestivo e digestibilidade aparente (DMS) de novilhos terminados em confinamento alimentados com diferentes dietas, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% concentrado: milho grão inteiro (80%) + núcleo proteico (20%), “*ad libitum*” e T<sub>2</sub> – 55% de concentrado + silagem de milho planta inteira “*ad libitum*”. A dieta 100% concentrado apresentou vantagens em relação a ração com uso de volumoso por reduzir em 2,91 kg dia<sup>-1</sup> CMSD (6,54 vs 9,45 kg dia<sup>-1</sup>) e diminuir em 31% o CMSP (1,52 vs 2,20 %). Também, proporcionou melhoria de 31% na CA (4,57 vs 6,67 kg kg<sup>-1</sup>) e estabilidade no GMD, apresentando semelhança entre os tratamentos (1,564 vs 1,461, kg dia<sup>-1</sup>). A dieta com 100% de concentrado quando comparada a alimentação com volumoso implicou em aumento da DMS (79 vs 68 %) e da frequência de ingestão de água (9,4 vs 6,9 vezes dia<sup>-1</sup>). Ainda, promoveu redução de 60% na produção de matéria seca de esterco e no número de defecações (5,2 vs 12,9 vezes dia<sup>-1</sup>), diminuiu 36% do tempo despendido ao consumo de alimentos e 82% do tempo de ruminação, implicando em maior tempo de ócio dos animais. A tecnologia de dieta com 100% de concentrado apresenta desempenho satisfatório quando empregada de forma adequada, tornando-se viável em situações de acessibilidade de insumos.

**Palavras-Chave:** conversão alimentar, digestibilidade, ingestão de água, ruminação

### 5.1. Introdução

A baixa eficiência econômica em sistemas tradicionais de produção na pecuária de corte instiga a procura por alternativas que melhor remunerem os produtores. O caminho mais

pertinente consiste na tecnificação e intensificação da produtividade. A redução do período de cria e recria, e emprego do confinamento na fase de terminação, buscando obter como produto final animais super-precoce, proporcionaria maior giro de capital investido, liberação de áreas de pastagens para outras categorias em propriedades de ciclo completo, aumento do rebanho de matrizes e dinamização em sistemas de integração lavoura-pecuária.

O passo mais importante deste caminho é o ajuste da ingestão de nutrientes pelos animais, adequando aos objetivos de produção e rentabilidade desejada. Em suma, isto pode ser realizado por meio da manipulação da quantidade de alimentos concentrados inclusos nas rações dos animais, principalmente no confinamento (MISSIO et al., 2009).

Com este pensamento, a pecuária brasileira vive um momento de intensa transformação, principalmente com o crescimento do número de animais terminados em confinamento. O crescimento dos confinamentos, tanto em quantidade como em capacidade, juntamente com o aumento da produção agrícola, somam fatores que vêm contribuindo com a maior utilização de grãos e seus co-produtos pelo setor.

Em anos de preço depreciado de concentrados é possível observar dietas com altas proporções de grãos, ou até mesmo dietas onde se exclui a fração volumosa. A adoção desta prática traz como benefícios a redução nos custos com mão-de-obra, agilidade no sistema operacional, flexibilidade na tomada de decisão e estabilidade de produção anual, além de proporcionar benefícios ao desempenho animal. Uma vez que, o maior ponto de entrave nos componentes anteriormente relacionados encontra-se nas etapas de produção, armazenagem e fornecimento dos alimentos volumosos (SILVA, 2009).

De acordo com Pordomingo et al. (2002), a utilização de dietas sem volumosos baseadas em grãos de cereais inteiros juntamente com uma fonte proteica para bovinos em confinamento, não impede a expressão de um alto ritmo de desenvolvimento e engorda, podendo atingir desempenho semelhante ou superior a dietas balanceadas com fibra efetiva. Segundo Katsuki (2009), o grão de milho inteiro produz estímulo suficiente para ruminação e motilidade ruminal, permitindo eliminar a necessidade de fibra longa nas rações de confinamento com alto teor de concentrado.

Em revisão de literatura, Owens et al. (1997) ressaltam que em dietas com alta porcentagem de alimentos concentrados e baixa quantidade de fibra, o milho inteiro pode contribuir para o ajuste da efetividade física da dieta, propiciando maior salivação e pH ruminal, podendo amenizar quadros de acidose sub-clínica.

A recomendação tradicional para manter o adequado consumo de fibra efetiva em bovinos é o fornecimento mínimo de 26 a 28% de fibra em detergente neutro (FDN) na ração, onde 75% devem ser provenientes de forragens (CLARK e ARMENTANO, 1993). Segundo Mertens et al. (1994) a recomendação de consumo de FDN para eficiência de produção e prevenção de distúrbios metabólicos é de  $1,2\% \pm 0,1\%$  do peso vivo. Em um pensamento calculista, estas recomendações são interessantes quando se formula dietas para animais onde se busca longevidade. Entretanto, em bovinos de corte, seria possível infringir estas recomendações e abater os animais antes mesmo do aparecimento de distúrbios decorrentes.

Loerch (1991) avaliando o efeito do fornecimento de dieta composta totalmente de alimentos concentrados, em confinamento por 112 dias, não observou diferenças de ganho de peso em comparação com animais que consumiram 15% de forragem, obtendo média de  $1,55 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . De 113 à 152 dias de alimentação, também não encontrou variação no ganho de peso, com média de  $1,0 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Porém, relatou que nos últimos 40 dias, 5 de 11 novilhos alimentados com 100% de concentrado apresentaram menos de  $0,9 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Fato interessante, é que em outro tratamento onde se inseriu oito escovas plásticas no rúmen dos animais, a queda de desempenho foi minimizada, demonstrando similaridade aos animais alimentados com 15% de forragem.

Devido ao recente aparecimento no sistema de produção brasileiro, causado pela acessibilidade de preço das “commodities”, pouco se sabe ainda sobre a resposta produtiva que pode ser obtida com a utilização de dietas isentas de volumoso na nossa cadeia de produção. Existe divergência até mesmo na denominação deste tipo de alimentação, algumas literaturas generalizam as características da ração e não levam em consideração se há ou não a fração volumosa. Portanto, conceitos como: “dietas de alto concentrado; dieta de alto grão; dieta de grão inteiro, etc.” são sugestivos de rações com baixa inclusão de volumosos (5 a 20% da matéria seca). Por isso, denominamos neste trabalho como “dieta 100% concentrado” aquela onde se exclui a fração volumosa da alimentação dos bovinos, neste caso, composta por 80% de grãos de milho inteiro e 20% de núcleo proteico, vitamínico e mineral. Seguindo o modelo norte-americano, onde é possível encontrar literaturas denominando estas dietas com termos como: “100% concentrate diets” e “all-concentrate diets”.

O objetivo do trabalho foi comparar o desempenho e comportamento ingestivo de novilhos na fase de terminação em confinamento alimentados com dieta constituída 100% de alimentos concentrados frente ao fornecimento de uma dieta convencional composta por 55%

de concentrado e silagem de milho como fonte de volumoso.

## **5.2. Material e Métodos**

### **5.2.1. Local experimental**

O trabalho foi realizado no Núcleo de Produção Animal – NUPRAN da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000).

### **5.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados**

O objetivo foi avaliar o consumo de matéria seca médio diário (CMSD), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD), conversão alimentar (CA), comportamento ingestivo e digestibilidade aparente de novilhos de corte terminados em confinamento alimentados com diferentes dietas, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% de concentrado: milho grão inteiro (80%) + núcleo proteico, vitamínico e mineral peletizado (20%), “*ad libitum*”; e T<sub>2</sub> – 5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de planta inteira de milho “*ad libitum*”, constituindo-se de um tratamento controle amplamente utilizado em confinamentos da região.

### **5.2.3. Instalações e condução experimental**

O experimento teve duração de 98 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas, instalações experimentais e iluminação noturna, que sequencialmente, passaram por 4 períodos de 21 dias de avaliação. As instalações foram constituídas de 10 baias individuais de confinamento, semi-cobertas, com área de 15 m<sup>2</sup> (2,5 m x 6,0 m), possuindo um comedouro de concreto medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura, e um

bebedouro metálico regulado por bóia automática. Utilizou-se 20 novilhos inteiros, da raça Canchim, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de 12 meses e peso vivo inicial de 365 kg com desvio padrão de 5 kg, vermifugados e equilibrados por peso e condição corporal por tratamento, onde cada dois animais representaram uma unidade experimental.

O manejo alimentar foi realizado 2 vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas, e o consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente através da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior. De mesma forma, o ajuste no fornecimento da quantidade de alimentos no tratamento com dieta 100% concentrado foi realizado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida. Já o ajuste no fornecimento dos alimentos no tratamento com silagem de milho e concentrado foi realizado de maneira que o fornecimento de silagem de milho foi regulado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, porém, a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi constante do início ao fim do confinamento independente do nível de consumo do volumoso.

A adaptação dos animais à dieta 100% concentrado teve duração de 14 dias, de forma que nos primeiros 4 dias foi fornecida a proporção de 1,2% do peso vivo (PV) dos animais da mistura de concentrado (núcleo proteico, vitamínico e mineral: 20% + milho grão inteiro: 80%) e silagem de milho à vontade; do quarto ao oitavo dia passou a se fornecer 1,6% do PV da mistura de concentrado e silagem de milho à vontade; no nono dia foi fornecido 1,8% PV e iniciou-se a redução do fornecimento de volumoso; a partir do décimo segundo dia foi interrompido o fornecimento de alimento volumoso, disponibilizando somente a mistura de concentrado no cocho de forma “*ad libitum*” com ajustes diários de fornecimento.

Para o tratamento com silagem, a quantidade do concentrado oferecido aos animais foi fornecida de forma pré-fixada ajustada em função da média de peso (425 kg de peso vivo) obtida pelo peso médio de entrada (350 kg) e peso alvo de saída (500 kg) esperado. Sendo assim, a suplementação de alimento concentrado foi oferecida na proporção de 1,3% do peso vivo obtido pela média do peso inicial e desejado ao final, compreendendo a quantia de 5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> fixa por todo o período experimental, considerando a prévia adaptação a alimentos concentrados que os animais sofreram antes da entrada no confinamento.

A estratégia de arrazoamento utilizada para o tratamento com silagem de milho e concentrado, permite maior concentração de nutrientes na ração inicial e maior consumo de nutrientes pelos animais em relação ao seu peso corporal nas fases iniciais de confinamento.

A prática propicia a exploração do maior potencial de desempenho que os animais apresentam quando em fase mais jovem do crescimento corpóreo. Já em fase mais próxima ao peso da maturidade fisiológica, onde o potencial de desempenho dos animais é menor, a concentração de nutrientes na ração é menor devido a maior proporção de volumoso, proporcionando redução do custo de alimentação por kg de ganho de peso e manutenção da sanidade ruminal.

#### **5.2.4. Análise e composição das dietas experimentais**

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (1996) para atenderem às exigências de ganhos diários de 1,5 kg de peso vivo. Na Tabela 12 encontram-se os teores de nutrientes nas dietas e as relações volumoso:concentrado conforme os períodos. A real relação volumoso:concentrado obtida com o manejo de trato, ao final, apresentou média de 47:53.

Foram coletadas amostras da dieta no início da adaptação e durante o período experimental a cada sete dias, sequencialmente, as amostras de silagem e dos alimentos concentrados foram levadas a estufa de ar forçado a 55°C até atingir peso constante para determinação da matéria parcialmente seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo “Wiley” com peneira de 1mm de diâmetro e conduzidas posteriormente para análise bromatológica. Nas amostras pré-secas, de silagens foram estimados os teores de matéria seca total em estufa de secagem e esterilização a 105°C, proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM) por incineração a 550°C durante 4 horas e extrato etéreo (EE) conforme técnicas descritas em AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest et al. (1991) com a enzima  $\alpha$ -amilase termo-estável e de fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação sugerida por Bolsen (1996), onde:  $[NDT, \% = 87,84 - (0,70 \times FDA)]$ . Os nutrientes minerais foram analisados conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

As misturas de alimentos concentrados, núcleo proteico da dieta 100% concentrado e concentrado da dieta com silagem, foram elaboradas na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária Agroindustrial localizada no distrito de Entre Rios em Guarapuava - PR. Na preparação dos alimentos concentrados utilizaram-se os seguintes ingredientes: farelo de soja, casca de soja, farelo de trigo, radícula de malte, cevada, grãos de milho moídos, gérmen de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico, uréia pecuária, premix vitamínico e mineral, sal comum e monensina sódica. O núcleo proteico utilizado na dieta 100% concentrado

apresentou teores médios percentuais de MS de 90,22%, PB de 32,01%, EE de 2,34%, FDN de 22,20%, FDA de 11,08%, MM de 14,72%, cálcio (Ca) de 2,50%, fósforo (P) de 1,0%, potássio (K) de 1,42% e magnésio (Mg) de 0,44%. Já a mistura concentrada utilizada para compor a dieta com silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 89,20% de MS, PB de 19,00%, EE de 3,95%, FDN de 28,66%, FDA de 13,15%, MM de 7,34%, Ca de 1,20% e P de 0,50%, K de 0,77%, e Mg de 0,34%, com base na matéria seca total.

A silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 33,11% de MS, PB de 7,74%, EE de 3,03%, NDT de 65,83%, FDN de 50,70%, FDA de 31,43%, MM de 3,74%, Ca de 0,17% e P de 0,18%, K de 0,81%, e Mg de 0,18%, com base na matéria seca total.

**Tabela 12.** Teores médios de nutrientes na dieta e relação volumoso:concentrado, conforme o período de avaliação, de novilhos terminados em confinamento alimentados com dieta 100% concentrado ou silagem de milho mais concentrado.

NUTRIENTES (%)	TRATAMENTOS	
	Dieta 100% concentrado <sup>1</sup>	Silagem de milho + Concentrado <sup>2</sup>
MS	88,74	49,43
PB	15,40	13,65
FDN	12,04	39,13
FDA	4,94	21,84
NDT	82,75	65,94
EE	3,45	3,51
MM	4,14	5,63
Fósforo	0,42	0,35
Potássio	0,56	0,79
Cálcio	0,60	0,71
Magnésio	0,18	0,26
<b>Relação Volumoso:Concentrado obtida</b>		
Volumoso:Concentrado – 1º Período	0:100	40:60
Volumoso:Concentrado – 2º Período	0:100	48:52
Volumoso:Concentrado – 3º Período	0:100	50:50
Volumoso:Concentrado – 4º Período	0:100	52:48

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

### 5.2.5. Avaliações de desempenho animal

Os animais foram pesados no início e no fim do período experimental, com pesagens intermediárias a cada 21 dias, após jejum de sólidos de 12 horas. As variáveis relacionadas ao desempenho animal, ponderadas em 4 períodos de avaliação, constaram da mensuração do CMSD, CMSP (CMSD expresso por 100 kg de peso vivo), GMD, CA obtida pela relação CMSD/GMD, expressos em kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

### **5.2.6. Avaliações do comportamento animal e digestibilidade aparente**

A análise do comportamento dos animais foi realizada em 2 períodos contínuos de 72 horas, sendo o primeiro na fase inicial do confinamento (aproximadamente 21 dias) e o segundo na fase final do confinamento (aproximadamente 63 dias), ambos com início às 0:00 horas no primeiro dia e término às 23:59 horas do terceiro dia de avaliação. As observações foram realizadas por 10 observadores por turno, durante 72 horas, em sistema de revezamento a cada 6 horas. As leituras foram tomadas em intervalos regulares de 3 minutos. As variáveis analisadas na avaliação do comportamento ingestivo dos animais, constaram da mensuração das atividades de ócio, ruminação, abeberações (ingestão de água) e alimentação, expressas em horas por dia. Ainda, foram observadas, seguindo a mesma metodologia, a frequência da ocorrência das atividades de alimentação, abeberação, micção e defecação, expressas em número de vezes por dia.

Durante a avaliação do comportamento dos animais, procedeu-se a avaliação da digestibilidade aparente das dietas experimentais. Foi coletada a produção total de fezes de cada unidade experimental no momento da eliminação da excreta, as quais foram pesadas e amostradas em cada turno de 6 horas, e posteriormente armazenadas sob refrigeração em sacos plásticos individuais devidamente identificados. Ao fim do período de 72 horas, as fezes de cada unidade experimental foram homogeneizadas para a formação de uma amostra composta representativa dos 3 dias de avaliação. As amostras de cada uma das duas épocas de avaliação foram secadas em estufas de ar forçado a 55°C até obter peso constante.

Pelas amostras das fezes secas, foi determinado o coeficiente de digestibilidade aparente (CD) através da expressão:

$$\text{CD (\%)} = (\text{g de MS consumida} - \text{g de MS excretada}) / \text{g de MS consumida} \times 100.$$

Após o término do experimento os animais foram abatidos seguindo o fluxo normal de um abatedouro.

### **5.2.7. Delineamentos experimentais e análises estatísticas**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por 2 tratamentos com 5 repetições, onde cada repetição constou de uma baia contendo dois novilhos, totalizando 10 unidades experimentais. Os dados das variáveis relativas ao desempenho animal foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, pelo programa estatístico SAS (1993). E também foram submetidos à

análise de regressão polinomial, considerando o fator períodos (84 dias de avaliações experimentais) por intermédio do procedimento PROC REG do programa estatístico SAS (1993). Os valores referentes ao comportamento ingestivo foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993), considerando os fatores tipo de alimentação e épocas de avaliação.

O experimento foi conduzido atendendo os princípios de bem estar animal e ética com animais experimentais. Antecipadamente, o projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, instituição onde foi realizado o trabalho.

### 5.3. Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 13, na média geral do período de alimentação dos animais em confinamento, constatou-se maior consumo de nutrientes por novilhos alimentados com silagem de milho e concentrado em comparação aos alimentados com 100% de concentrado. Apresentando para os respectivos tratamentos consumos de 1,290 vs 1,007 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de PB, 3,698 vs 0,787 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de FDN, 2,063 vs 0,323 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de FDA, 6,231 vs 5,412 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de NDT.

**Tabela 13.** Médias para o consumo diário de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, de acordo com o período de avaliação.

NUTRIENTES	CONSUMO DE NUTRIENTES (kg dia <sup>-1</sup> )				MÉDIA
	1º Período 1 - 21	2º Período 22 - 42	3º Período 43 - 63	4º Período 64 - 84	
	<b>100% Concentrado<sup>1</sup></b>				
<b>PB</b>	0,930	0,970	1,067	1,064	1,007
<b>FDN</b>	0,727	0,759	0,834	0,832	0,787
<b>FDA</b>	0,298	0,311	0,342	0,341	0,323
<b>NDT</b>	4,998	5,213	5,735	5,718	5,412
	<b>Silagem de Milho + Concentrado<sup>2</sup></b>				
<b>PB</b>	1,189	1,282	1,325	1,350	1,290
<b>FDN</b>	3,073	3,700	3,932	4,120	3,698
<b>FDA</b>	1,678	2,068	2,209	2,327	2,063
<b>NDT</b>	5,408	6,218	6,534	6,771	6,231

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Conforme a Tabela 13, não ocorreu interação entre tratamentos e períodos de avaliação para as variáveis referentes ao desempenho animal. Com relação ao tempo de confinamento, o CMSD aumentou de forma linear com o avanço dos períodos, o CMSP não se alterou com o tempo de confinamento, o GMD decresceu linearmente e a CA aumentou, ou seja, piorou para ambos os tratamentos com a evolução do tempo de confinamento.

**Tabela 14.** Médias para o consumo diário de matéria seca (CMSD), consumo expresso por 100 kg de peso vivo (CMSP), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, de acordo com o período de avaliação.

TRATAMENTOS	PERÍODOS (dias)				MÉDIA
	1º Período 1 - 21	2º Período 22 - 42	3º Período 43 - 63	4º Período 64 - 84	
	<b>CMSD (kg dia<sup>-1</sup>)</b>				
100% Concentrado <sup>1</sup>	6,04	6,30	6,93	6,91	6,54 b
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	8,20	9,43	9,91	10,27	9,45 a
Média	7,12	7,86	8,42	8,59	
Equação de regressão *	CMSD = 6,7035 + 0,0243D (R <sup>2</sup> :0,1177;CV:20,08%;P=0,0302)				
	<b>CMSP (% peso vivo)</b>				
100% Concentrado <sup>1</sup>	1,58	1,51	1,54	1,44	1,52 b
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	2,14	2,27	2,22	2,18	2,20 a
Média	1,86	1,89	1,88	1,81	
Equação de regressão *	CMSP = 1,86 (R <sup>2</sup> :0,0013;CV:20,61%;P=0,8242)				
	<b>GMD (kg dia<sup>-1</sup>)</b>				
100% Concentrado <sup>1</sup>	1,714	1,571	1,571	1,400	1,564 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	1,710	1,505	1,352	1,276	1,461 a
Média	1,712	1,538	1,462	1,338	
Equação de regressão *	GMD = 1,8118 - 0,0057D (R <sup>2</sup> :0,1574;CV:21,01%;P=0,0113)				
	<b>CA (CMSD/GMD)</b>				
100% Concentrado <sup>1</sup>	3,75	4,08	4,99	5,45	4,57 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	4,80	6,29	7,37	8,20	6,67 b
Média	4,28	5,19	6,18	6,83	
Equação de regressão *	CA = 3,4120 + 0,0417D (R <sup>2</sup> :0,2704;CV:29,47%;P=0,0006)				

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

\* - D = período de confinamento variando de 1 a 84 dias.

Houve diferença significativa entre os tratamentos para o CMSD, CMSP e CA, já para o GMD não houve diferença entre os tratamentos. De forma numérica, o fornecimento de dieta 100% concentrado aumentou o GMD em 103 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, apresentando na média dos períodos 1,564 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, contra 1,461 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> da dieta com silagem de milho e concentrado. Ainda, animais alimentados com 100% de concentrado apresentaram GMD mais estável conforme o avanço dos períodos de confinamento quando comparado aos

animais que consumiram volumoso.

Foi observada redução de 2,91 kg na média do CMSD dos animais alimentados com dieta composta apenas por concentrado, apresentando consumo de 6,54 kg dia<sup>-1</sup>, em relação aos animais que receberam concentrado e silagem de milho como fonte de volumoso, com consumo de 9,45 kg dia<sup>-1</sup>. Esta redução na ingestão de alimentos representou diminuição de 31% no CMSP para o tratamento 100% concentrado, que atingiu consumo de 1,52% do peso vivo frente ao consumo do tratamento controle, onde, animais que tiveram inclusão de alimento volumoso em sua dieta atingiram CMSP de 2,20%.

O tratamento com 100% de concentrado demonstrou melhoria em 31,5% da CA, sendo mensurado consumo de 4,57 kg de MS para cada kg de ganho de peso, comparado a CA de 6,67 kg apresentada pelos animais alimentados com silagem de milho e concentrado. Houve melhoria em 2,1 kg na CA quando se promoveu a exclusão da fração volumosa da alimentação dos animais em confinamento.

Silva (2009), ao avaliar o desempenho de animais da raça Nelore com 28 meses de idade e peso vivo inicial de 337 kg, alimentados em confinamento com dieta composta por 75% de grãos de milho inteiros, 10% de casca de soja e 15% de núcleo proteico, encontrou valores superiores ao presente trabalho. Os animais demonstraram GMD de 1,82 kg, CA de 4,09 kg, CMSD de 7,34 kg e CMSP de 1,81%.

Ao testar níveis de inclusão de casca de soja em dieta isenta de volumoso, sendo o nível zero composto com 85% de grãos de milho inteiros e 15% de núcleo proteico, Katsuki (2009) avaliando o desempenho no confinamento de bovinos Nelore com 24 meses de idade e peso vivo inicial de 460 kg, para o nível zero de casca de soja, encontrou valores de 0,953 kg de GMD, 8,01 kg de CA, 6,99 kg de CMSD e 1,43% de CMSP.

A discrepância nos resultados de desempenho do presente trabalho quando comparado aos acima mencionados, inclusive entre estes, pode estar relacionada principalmente pela diferença de idade, peso inicial e grupo genético dos animais. Comparativamente a este trabalho, Silva (2009) encontrou melhores resultados de GMD e CA, e maiores valores de CMSD e CMSP, porém, avaliando animais mais velhos e de peso vivo inicial inferior, sendo assim, os resultados podem estar associados a possível presença de ganho compensatório nos animais. De outra forma, Katsuki (2009) encontrou piores resultados de GMD e CA avaliando animais com peso vivo inicial elevado, onde, o desempenho dos animais pode ter sido prejudicado devido à proximidade de peso da maturidade fisiológica do genótipo em questão.

Depetris et al. (2003), avaliaram o desempenho de novilhos de raça britânica com 350 kg, em confinamento, com dietas sem volumoso compostas por 16% de farelo de girassol e 84% de grão de milho inteiro convencional ou com alto teor de óleo. Encontraram, na média dos tratamentos, GMD de 1,269 kg, CMSD de 7,91 kg e CA de 6,21 kg.

Avaliando dietas compostas por silagem de milho com 32% de MS e dois níveis de concentrado (40 e 70%) para novilhos cruzados charolês em fase terminação em confinamento, dietas muito semelhantes à utilizada como controle neste experimento, Oliveira (2010) observou na média dos tratamentos GMD de 1,785 kg, CMSD de 8,94 kg, CMSP de 2,3% e CA de 5,30 kg. Resultados estes, semelhantes aos encontrados na dieta composta por silagem de milho e concentrado, exceto o GMD que foi superior ao observado neste trabalho.

Missio et al. (2009) trabalharam com níveis de concentrado (22%, 40%, 59% e 79%) na dieta de novilhos confinados e consumindo silagem de milho como fonte de volumoso, observaram comportamento quadrático no CMSP, apresentando 2,06% em animais alimentados com 22% de concentrado, crescendo até 2,48% no nível de 59% de concentrado e reduzindo para 2,42% no fornecimento de 79% de concentrado. O GMD e CA apresentaram comportamento linear crescente e decrescente, respectivamente. O GMD aumentou de 1,05 kg para 1,43 kg conforme aumentou o nível de concentrado, já a CA melhorou conforme o aumento do nível de concentrado na dieta, com variação de 5,78 kg a 5,01 kg. No mesmo trabalho, os autores enfatizam que a maior lucratividade do sistema encontra-se em dietas com níveis entre 40 e 60% de concentrado, onde, o desempenho dos animais é satisfatório e possibilita melhor relação custo/benefício. Sendo assim, o presente experimento apresentou, na média, consumo de 53% de concentrado pelos animais tratados com silagem de milho.

Com relação à variação no consumo alimentar entre os tratamentos, sabe-se que o consumo de matéria seca é o fator mais importante na determinação do desempenho animal, sendo o primeiro ponto limitante na ingestão de nutrientes necessários ao atendimento de exigências de manutenção e produção animal (NOLLER et al., 1996). Rações com alto teor de concentrado (acima de 75% na MS), baixo teor de fibra (abaixo de 25%) e digestibilidade elevada (acima de 66%) podem resultar em menor consumo de matéria seca, uma vez que as necessidades energéticas são atendidas em menores níveis de consumo (VAN SOEST, 1994).

Em ruminantes, o consumo de alimento pode ser controlado por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos. A sensação de saciedade é um fator fisiológico, e está ligada a densidade energética da ração, isto é, a maior proporção de concentrado na ração limita o

consumo pelo suprimento da exigência energética do animal. Já os fatores psicogênicos referem-se às respostas do animal a fatores estimuladores ou inibidores do alimento ou do ambiente de alimentação, os quais não estão relacionados à concentração de energia do alimento ou repleção ruminal (MERTENS, 1994).

O controle por fatores físicos predomina em dietas com maior proporção de volumoso de baixa qualidade. Devido aos altos teores de fibra o consumo será limitado pelo volume ocupado pela dieta no rúmen e retículo e, raramente, os animais ingerem energia suficiente para atender sua demanda (VAN SOEST, 1994). Em animais alimentados com 100% de concentrado, observa-se que o CMSD individual é altamente variável conforme os dias de alimentação, Katsuki (2009) observou CMSD variando em amplitude de 3 a 9 kg animal<sup>-1</sup>.

De acordo com Grandini (2009), a maior eficiência no aproveitamento de dietas com alto teor de energia pode ser explicado por dois fatores principais, o primeiro considera que os requerimentos energéticos para ganho e manutenção tem em suas equações o coeficiente de metabolizabilidade como indicativo de eficiência no uso da energia ingerida, este em especial é vinculado à concentração energética, ou seja, dietas com densidades energéticas mais elevadas possuem maiores coeficientes de metabolizabilidade. Sendo assim quanto maior a concentração energética da dieta mais eficiente se torna em converter matéria seca consumida em ganho de peso, e por conseguinte menor a ingestão necessária para o mesmo ganho.

Outro fator seria a menor proporção entre os ácidos graxos voláteis acetato:propionato resultante da digestão dos alimentos, que em dietas tradicionais situa-se na relação 3:1 e em dietas de alta energia na relação 1:1. Fato é que a maior parte do carbono precursor da gliconeogênese dos ruminantes é derivado do ácido propiônico e aminoácidos glicogênicos (40 a 70%), onde menos de 10% da glicose total necessária é absorvida via trato intestinal, portanto, os produtos finais da fermentação ruminal são de extrema relevância.

Vance et al. (1972), realizaram um trabalho muito esclarecedor de quando se trabalha com dieta 100% concentrado e dietas de alto concentrado com níveis de inclusão de silagem de milho, os autores verificaram o efeito da inclusão de 0, 17, 23, 37, 48 e 59% de silagem de milho na dieta a base de milho inteiro para novilhos de 244 kg por 183 dias. Os resultados obtidos para animais tratados com dieta 100% concentrado com grãos de milho secos e inteiros (88,5%) “all-concentrate ration”, foram de 1,27 kg para GMD, 6,48 kg de CMSD e CA de 5,10 kg, o CMSD e a CA foram semelhantes aos do presente trabalho. Já para os níveis de inclusão de silagem de milho, encontraram variação de 1,22 a 1,11 kg no GMD, 7,32 a

7,59 no CMSD e 6,00 a 6,83 kg na CA entre os níveis de 17 a 59% de silagem respectivamente. Os valores de CA dos níveis 48 e 59% foram iguais, e semelhantes ao encontrado no presente trabalho onde, na média, os animais consumiram 47% de silagem de milho. As observações levam a conclusão de que tanto ganho como conversão são depreciados à medida que o volumoso é incorporado a dieta, apesar de não ter sido encontrada diferenças significativas para GMD e CMSD.

Levando em consideração os períodos de avaliação, Pordomingo et al. (2002) testando diferentes tipos de grãos em dietas 100% concentrado ou com 10% de inclusão de feno de alfafa para novilhos da raça Angus, com peso vivo inicial de 269 kg em confinamento por 89 dias. Observou-se que com o avanço do tempo em alimentação, na média dos tratamentos, houve piora de 16% na CA e aumento de 9% no CMSD, porém, sem alterações significativas no CMSP com média de 2,78% do peso vivo. A dieta 100% concentrada deste trabalho apresentou incremento em 13% no CMSD, piora em 31% da CA, GMD e CMSP estáveis conforme o avanço no período de alimentação.

Na Tabela 15 encontram-se os valores referentes à digestibilidade aparente (DMS, %) observada nos animais na fase inicial e final de confinamento. Não foram encontradas diferenças significativas para os tratamentos conforme a fase de avaliação, no entanto, houve diferença significativa entre os tratamentos. Na média dos períodos, animais alimentados com 100% de concentrado apresentaram 79,05% de DMS, resultado 14% melhor comparado aos 68,13% de DMS obtida com a dieta de silagem de milho e concentrado.

Vance et al. (1972) avaliando a digestibilidade de rações em novilhos fistulados, encontraram para a dieta 100% concentrado com 88,5% de grão de milho inteiro DMS de 84,2%, digestibilidade da proteína bruta de 79,1% e do amido de 94,8%. Os autores observaram que quando incluíram 47% de silagem de milho na MS da dieta, exatamente a mesma porcentagem consumida na média do tratamento deste experimento, houve redução na DMS para 75,5%, digestibilidade da proteína de 72,2% e do amido de 92,8%. Os resultados encontrados pelos autores foram ligeiramente melhores aos apresentados neste trabalho, contudo, vale ressaltar que os métodos de avaliação da DMS foram diferentes.

Katsuki (2009) ao testar o efeito de níveis de inclusão (0, 15, 30, 45%) de casca de soja na dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiro, encontrou redução linear na DMS com o aumento do teor de casca de soja na ração, os valores variaram de 84,18% a 69,23% entre os níveis de 0% e 45% de casca de soja, respectivamente.

O uso de dietas a base de milho inteiro, sem fonte de fibra longa ou mesmo volumoso algum, objetiva justamente tirar o máximo benefício de conversão alimentar, sem emprego de processamentos mais modernos (GRANDINI, 2009). Contudo, para que isto ocorra é necessário que as dietas apresentem altos índices de digestibilidade. Owens (2005) encontrou valores de digestão total de amido nos grãos de milho em novilhos e novilhas de corte de 99,2%, 99,1%, 91% e 87,1% para milho úmido, milho floculado a vapor, milho rolado e milho inteiro, respectivamente. Ainda, observou que a digestão pós ruminal do amido contido em partículas de tamanho grande que escapam da ruminação é insignificante.

No entanto, a função do grão de milho inteiro nestas rações, além de prover o fornecimento de energia, é promover uma maior ruminação e salivação. Com isso, espera-se elevação do pH ruminal, redução da acidose subclínica e um maior consumo quando comparado com rações contendo grãos de milho processados (STOCK et al., 1995).

Gorocica-Buenfil e Loerch (2005) observaram que bovinos com menos tempo de alimentação desenvolveram-se com maior rapidez e eficiência quando foram alimentados com milho triturado, já animais com mais tempo de alimentação no cocho apresentaram maiores GMD e melhor CA quando alimentados com milho inteiro. Demonstraram também que, em dietas de baixa forragem, bovinos alimentados com milho integral ganharam peso 6% mais rápido do que aqueles alimentados com milho triturado, já em dietas de alta forragem, o ganho de peso diário foi 6,1% menor com a alimentação de milho inteiro.

Os animais alimentados com dieta 100% concentrado apresentaram redução de 1,826 kg na produção diária de MS de esterco, produzindo 1,246 kg de MS animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> contra 3,072 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> excretado pelos animais que consumiram silagem de milho (Tabela 15). Resultado ocorrido possivelmente pelo menor CMSD na dieta mais energética.

Este é um ponto importante a se considerar, levando em conta a problemática do manejo de dejetos de confinamentos, bovinos alimentados com 100% de concentrado excretaram fezes com maior teor de MS (33,8%), defecando 3,647 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de matéria natural de fezes. Já o fornecimento de silagem na dieta, resultou em fezes com maior teor de umidade (19,26% de MS) levando como consequência um aumento, maior que quatro vezes, no volume de esterco na matéria natural, com valor de 16,03 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Pordomingo et al. (2002), avaliaram novilhos em confinamento com três dietas a base de grão de milho inteiro, sendo: T1, dieta controle (grão de milho inteiro mais farelo de girassol e 10% de feno de alfafa); T2 (73% grão de milho inteiro e 23% farelo de girassol); e

T3 (60% de grão de milho inteiro mais 15% de grão de aveia inteiro e 22% de farelo de girassol). Os autores não observaram diferenças entre os tratamentos para a digestibilidade (DMS) que, na média, foi de 77,7%. Ao mensurar a presença de grãos nas fezes, não observaram efeitos significativos, onde 32,2% da MS do esterco eram compostas de grãos de milho inteiro ou semi-inteiros em T2, que apresentou o maior valor, já o menor percentual de grãos nas fezes foi de 28,6% em T1. Neste sentido, demonstraram que em T1 9% dos grãos fornecidos escaparam pelas fezes, em T2 9,6% e em T3 9,3%, e ao analisar estes grãos descobriram que em T1 continham 8,9% do amido fornecido na dieta, em T2 9,8% e T3 10,2%. As concentrações de amido nas fezes foram de 26,6%, 27,4% e 23% para T1, T2 e T3 respectivamente, sendo assim, em T1 75% do amido contido nas fezes é representado pelo amido dos grãos inteiros, em T2 85% e em T3 92%. Por fim, avaliando a digestibilidade do amido que foi consumido, mas que não foi recuperado na forma de grãos inteiros nas fezes encontraram valores de 97%, 98% e 99,2% para os tratamentos T1, T2 e T3 respectivamente.

Os mesmos autores concluíram que a mistura de grãos de milho e aveia, substituindo 20% do milho na dieta, resultou em melhores ganho de peso e eficiência de utilização do amido quando comparado a dietas à base somente de grãos de milho. Isso pode ser justificado por um melhor equilíbrio de qualidade e taxas de degradação de amido, maior degradabilidade e teor de proteína no grão de aveia. As perdas de amido nas fezes são muito associadas com as perdas de grãos visíveis e cuja composição é semelhante ao grão fornecido, no entanto, o conteúdo do grão exposto à digestão ao longo do trato é quase totalmente degradado. Contudo, Katsuki (2009) relata que estas perdas podem ser ou não significativas dependendo de características dos animais confinados, e experimentalmente estas perdas são consideradas irrelevantes considerando-se o ganho de peso e eficiência de conversão obtida.

Em ovinos, Bolzan et al. (2007) testaram diferentes processamentos de grãos de milho em dietas com 30%, 50% e 70% de concentrado e não observaram prejuízos no desempenho e eficiência alimentar em dietas contendo grãos de milho inteiro. Os autores atribuíram os resultados ao fato da alta eficiência da espécie no processo mastigatório dos alimentos, promovendo a redução das partículas já no momento da ingestão. Segundo Beauchemin et al. (1994), a mastigação no momento da ingestão é o principal fator que determina a razão e extensão da digestão ruminal em grãos de cereais, onde a efetiva mastigação do grão de milho pode aumentar em 66% sua digestibilidade, e felizmente, grãos de milho são amplamente danificados pela mastigação de ingestão, superando cereais de inverno. Silva (2009), também

ênfatiou a necessidade da mastigação dos gros para maximizar a digestão total do amido.

Porém, em situações práticas, observa-se que o comportamento de consumo e capacidade mastigatória dos animais em confinamento é uma característica individual de cada bovino, e aparenta se alterar conforme o avanço do tempo de confinamento. Este relato pode ser uma das causas para os altos coeficientes de variação observados no GMD de diversos lotes de animais em confinamentos comerciais e trabalhos de pesquisa, como os 30,25% encontrados por Katsuki (2009). Beauchemin et al. (1994), demonstra de forma ilustrativa que o processo mastigatório de diferentes animais com fístulas esofágicas promove distintas danificações aos gros de milho quando fornecidos inteiros na ração.

**Tabela 15.** Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), produção de fezes e comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, conforme a fase de confinamento.

TRATAMENTOS	ATIVIDADES COMPORTAMENTAIS		MÉDIA
	FASE INICIAL	FASE FINAL	
	<b>DMS (%)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	81,34	76,76	79,05 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	66,74	69,52	68,13 b
Média	74,04 A	73,14 A	
	<b>Produção de esterco (kg de MS animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	1,090	1,401	1,246 b
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	3,083	3,062	3,072 a
Mdia	2,087 A	2,231 A	
	<b>Ruminação (horas dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	1,26	1,30	1,28 b
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	7,18	7,16	7,17 a
Mdia	4,22 A	4,23 A	
	<b>cio (horas dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	20,62	20,83	20,72 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	12,58	13,24	12,91 b
Média	16,6 A	17,03 A	
	<b>Alimentação (horas dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	1,95	1,72	1,83 b
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	4,01	3,47	2,86 a
Mdia	2,98 A	2,59 A	
	<b>Abeberaço (horas dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	0,21	0,14	0,17 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	0,22	0,13	0,17 a
Mdia	0,21 A	0,13 B	

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de gros de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

Médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

Para as variáveis relativas ao comportamento ingestivo expresso em horas dia<sup>-1</sup> (Tabela 15), houve variação significativa entre os tratamentos para o tempo de ruminação,

ócio e alimentação. Com relação às fases de confinamento em que foram realizadas as avaliações comportamentais, houve diferença significativa apenas para o tempo destinado ao consumo de água (abeberações). Os animais alimentados com silagem de milho e concentrado permaneceram em média 7,17 horas dia<sup>-1</sup> ruminando, enquanto que a alimentação com dieta 100% de concentrado fez com que houvesse redução de 82% no tempo de ruminação dos animais, apresentando apenas 1,28 horas dia<sup>-1</sup> em ruminação. O menor tempo de ruminação na dieta 100% concentrado levou ao maior tempo de ócio observado nos animais, apresentando em média 20,72 horas dia<sup>-1</sup> contra 12,91 horas dia<sup>-1</sup> observado nos animais alimentados com silagem de milho e concentrado.

A permanência dos animais da dieta 100% concentrado em atividade de alimentação também foi reduzida, ficando 1,83 horas dia<sup>-1</sup> consumindo de alimento. Já os animais tratados com silagem de milho e concentrado despenderam mais tempo em consumo de alimento, apresentando 2,86 horas dia<sup>-1</sup> na atividade. Não houve influência do tipo de dieta no tempo de consumo de água, sendo observado tempo médio de 0,17 horas dia<sup>-1</sup>, porém, os animais apresentaram maior tempo de consumo de água na fase inicial de confinamento, despendendo 0,21 horas dia<sup>-1</sup>, enquanto que na fase final foram observadas 0,13 horas dia<sup>-1</sup>. A variação nas abeberações entre os períodos pode estar atribuída à diferença de temperatura ocorrida entre as avaliações, foram registradas maiores temperaturas na primeira avaliação comportamental.

Avaliando o comportamento de novilhos confinados consumindo silagem de milho sob diferentes níveis de concentrado (22%, 40%, 59% e 79%), observou-se efeito linear decrescente para o tempo despendido ao consumo de alimento conforme o aumento dos níveis de concentrado, variando de 4,69 a 3,11 horas dia<sup>-1</sup> entre a menor e maior inclusão de concentrado, respectivamente. De mesma forma, o tempo de ruminação observado nos animais reduziu linearmente, sendo de 8,96 horas dia<sup>-1</sup> em animais com 22% de concentrado, e de 6,17 horas dia<sup>-1</sup> para os que consumiram 79% de concentrado. Por consequência, o tempo de ócio aumentou linearmente conforme o aumento dos níveis de concentrado na dieta, onde o nível de 22% de concentrado permitiu 10,19 horas dia<sup>-1</sup> de ócio e 79% de concentrado proporcionou 14,50 horas dia<sup>-1</sup> de ócio. Os autores encontraram para a ração de 59% de concentrado e silagem de milho, semelhante a dieta controle deste experimento, valores muito próximos aos obtidos neste trabalho, sendo de 3,20 horas dia<sup>-1</sup> de consumo de alimento, 13,48 horas dia<sup>-1</sup> de ócio e 7,27 horas dia<sup>-1</sup> de ruminação (MISSIO et al., 2010).

Segundo Missio et al. (2010), o aumento dos níveis de concentrado na dieta dos

animais proporciona aos mesmos consumirem mais alimento, principalmente mais energia, em menor tempo. Van Soest (1994) infere que os ruminantes procuram ajustar seu consumo por meio do comportamento ingestivo, de forma a satisfazer suas exigências nutricionais, principalmente de energia.

Silva (2009) avaliou o comportamento ingestivo de bovinos em confinamento alimentados com três dietas de alto concentrado. Animais alimentados com 90% de concentrado e 10% de bagaço de cana permaneceram 1,62 horas dia<sup>-1</sup> em alimentação, 3,02 horas dia<sup>-1</sup> ruminando e 7,28 horas dia<sup>-1</sup> em ócio. Os animais tratados com dieta 100% concentrado com grãos de milho e 10% de casca de soja, os tempos nas atividades foram de 1,28 horas dia<sup>-1</sup> em alimentação, 1,57 horas dia<sup>-1</sup> ruminando e 9,1 horas dia<sup>-1</sup> em ócio. E por fim, animais alimentados com ração a base de alimentos concentrados (sorgo moído, casca de soja e núcleo proteico) mais 16,7% de caroço de algodão apresentaram 1,47 horas dia<sup>-1</sup> em alimentação, 1,0 hora dia<sup>-1</sup> ruminando e 9,48 horas dia<sup>-1</sup> em ócio. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para o tempo de alimentação, no entanto, a ração com bagaço de cana apresentou maior tempo de ruminação.

Beauchemin et al. (1994), avaliando o comportamento digestivo de vacas Hereford fistuladas alimentadas com mais de 85% de grãos inteiros de cevada, milho ou trigo, observaram que os grãos de milho promoveram maior tempo de consumo, apresentando 66 minutos dia<sup>-1</sup>, contra 52 minutos dia<sup>-1</sup> dos grãos de cevada e 48 minutos dia<sup>-1</sup> para os grãos de trigo. A alimentação com milho também proporcionou menor tempo de ruminação, com 74 minutos dia<sup>-1</sup>, tempo muito semelhante ao encontrado no presente trabalho, contrastando com os 150 e 126 minutos dia<sup>-1</sup> para a cevada e trigo respectivamente. Concomitantemente, a dieta com grãos de milho apresentaram menor número de bolos ruminais regurgitados para a ruminação, com 87 bolos dia<sup>-1</sup>, contra 182 e 131 bolos dia<sup>-1</sup> observados em grãos de cevada e trigo respectivamente. Porém, devido a maior danificação pela mastigação, os autores encontraram melhor digestibilidade para a dieta com grãos de milho inteiros.

O tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e indica ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos, alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminação (VAN SOEST, 1994). O tempo de ruminação é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos (WELCH e HOOPER, 1988). De acordo com Heinrichs e Kononoff (2002), o comprimento adequado das

partículas de forragem é necessário para função apropriada do rúmen, sua redução causa diminuição no tempo de mastigação tendência à diminuição do pH do rúmen. Paralelamente, partículas alimentares longas demais promovem maior seleção da ração pelos animais, e resulta que por fim a dieta consumida é muito diferente da originalmente formulada.

A orientação de avaliação para dietas de bovinos de alta produção é de 2 a 8% das partículas na peneira superior (>19 mm), 30 a 50 % na peneira do meio e peneira inferior (19 a 8 mm e 8 a 1,67 mm), e não mais do que 20% no fundo da peneira (<1,67 mm), (HEINRICHS e KONONOFF, 2002). Mertens (1997) cita que um simples sistema para estimar a FDN fisicamente efetiva através de medidas químicas e físicas no laboratório pode ser baseado na concentração de FDN e proporção da partícula retida na peneira de 1,18 mm.

Pordomingo et al. (2002), afirma que grão de milho inteiro funciona como um estímulo suficiente para a ruminação e função ruminal, permitindo eliminar a necessidade de fibra longa proveniente do feno em rações de alto teor de grão para bovinos em confinamento. No mesmo sentido, Katsuki (2009) infere que o tamanho do grão de milho inteiro obriga o animal a ruminá-lo, proporcionando ao FDN do milho uma efetividade física de 100%.

Silva (2009) encontrou na dieta com 75% de grãos de milho inteiro e 10% de casca de soja, 33% de FDN e 8,17% de FDN fisicamente efetiva, sendo que 25% do FDN ficou retido na peneira de 1,18 mm. Na distribuição de partículas da dieta, 75% ficou retido em uma peneira de 7,87 mm, podendo considerar que a maior parte dos grãos de milho possui dimensões superiores a esta, e 24% ficou retido na peneira de 1,18mm. A dieta não atingiu os valores recomendados para a distribuição das peneiras. O autor sugere que a avaliação da distribuição do tamanho de partículas e FDN fisicamente efetiva pelo método das peneiras não seja o mais adequado para este tipo de dieta.

Segundo Kononoff et al. (2003) o método das peneiras possui maior eficácia de avaliação de distribuição das partículas em dietas totalmente misturadas com 40 a 60% de concentrado. De acordo com Ulyatt et al. (1986), partículas entre 1,5 e 2,0 mm tem alta resistência a passagem através do orifício retículo-omasal de bovinos, portanto, propensas a regurgitação e ruminação.

Os níveis de FDN efetiva recomendados para bovinos confinados com dieta de alto concentrado para maximizar a eficiência alimentar, havendo bom manejo de cocho e inclusão de ionóforos, considera-se o mínimo necessário de 5 a 8% da MS da dieta. Já o valor recomendado a bovinos para manter a digestão da fibra e produção microbiana máxima em

um pH ruminal de 6,2 ou mais, ou sem adequado manejo alimentar e inclusão de ionóforo é de 20% (PRESTON, 1998). A FDN pode ser usada efetivamente para definir o limite mais baixo da proporção volumoso:concentrado quando misturas simples de forragens longas ou picadas grosseiramente são incorporadas com concentrados de baixa fibra para formular ração. Todavia, a FDN é menos efetiva na formulação de ração quando a forragem é finamente picada ou se utiliza fontes de fibra não forragem (MERTENS, 1997).

Resende et al. (2001) avaliaram dietas experimentais para bovinos de corte com proporção volumoso:concentrado de 85:15; 70:30; 55:45; 40:60 e 25:75, com níveis decrescentes de FDN de 65,9; 56,4; 47,5; 38,9; e 30,1%, respectivamente. Os autores concluíram que a maximização da ingestão de nutrientes digestíveis ocorre com níveis de ingestão de FDN variando de 1,25 a 1,02% do peso vivo, valor semelhante ao recomendado pelo NRC gado de leite para ingestão ótima de FDN e máximo desempenho, sendo de  $1,2\% \pm 0,1\%$  do peso vivo. Os valores acima recomendados são superiores ao encontrado neste trabalho, onde os animais alimentados com 100% de concentrado apresentaram consumo de FDN de 0,2% do peso vivo, já o tratamento com silagem de milho e concentrado proporcionou consumo de 0,9% do peso vivo em FDN.

Missio et al. (2010), não encontraram diferenças significativas no tempo de consumo de água de bovinos confinados com diferentes níveis de concentrado, com média de 0,22 horas dia<sup>-1</sup>. Os autores citam que dietas com maior teor de umidade podem levar a diminuição do tempo destinado ao consumo de água, porém, é incorreto fazer inferências sobre o consumo de água, pois como não foi mensurado, os animais podem ter ingerido quantidades diferentes em um mesmo intervalo de tempo. Apesar do maior teor de umidade obtido na dieta com silagem (49% de MS), obviamente, uma vez que os volumosos são os principais carreadores de umidade, não houve diferença no tempo de consumo de água em comparação aos animais que consumiram dieta com 100% de alimentos concentrados (89% de MS).

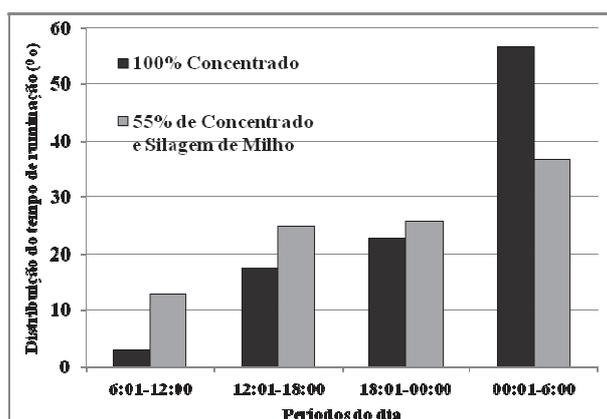
A diminuição do tempo de ruminação e o aumento do tempo de descanso dos animais são importantes, pois implica na diminuição de atividade física, fonte gastadora de energia. Portanto, o aumento de concentrado pode determinar diminuição nas exigências de energia de manutenção, contribuindo para o aumento do desempenho (MISSIO et al., 2010).

Em suma, as características químicas e físicas da ração 100% concentrada não foram suficientes para manter o tempo de ruminação semelhante a dieta controle com silagem de milho e concentrado, levando a redução em 82% do tempo despendido a atividade. A Figura 1

demonstra a concentração da atividade de ruminação dos animais conforme turno de observação. Para ambos os tratamentos, porém de forma mais acentuada em animais tratados com dieta 100% concentrado, observou-se que os maiores tempos de ruminação foram no período compreendido entre 0 e 6 horas do dia.

Relatando um fato evidenciado nas avaliações comportamentais, observou-se que os animais alimentados com dieta 100% concentrado apresentavam episódios diagnosticados por xilofagia, ou seja, ato de roer e/ou ingerir madeira. Fato é que, tanto em animais experimentais como em lotes de confinamentos comerciais, relata-se a ocorrência desta perversão de apetite. Os animais procuram frequentemente “roer” a madeira das instalações do confinamento, principalmente nas primeiras horas do dia (0 às 6 horas), e intercalando com períodos de ruminação.

Inicialmente deduziu-se que os animais buscavam ingerir partículas de madeira afim de regular suas necessidades químicas e físicas de consumo de fibra vegetal, todavia, constatou-se que além da xilofagia os animais apresentavam comportamento de mastigar fios de arame, fenômenos que promovem quadros de intensa salivação e que puderam ser identificados pela visualização do escorrimento de saliva pela mandíbula dos animais. Presumiu-se, portanto, que a alteração de comportamento não estava relacionada apenas ao estresse de estabulamento, mas que o objetivo do comportamento anormal é de promover movimentos mandibulares para estimulação da produção de saliva pelas glândulas salivares, com intuito de obter um ambiente ruminal mais sadio.



**Figura 1.** Distribuição por período do tempo diário destinada a atividade de ruminação de novilhos em confinamento alimentados com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiro ou dieta convencional com 55% de concentrado e silagem de milho.

Silva (2009) em dieta semelhante, também observou maiores tempos despendidos a ruminção no período compreendido entre as 23 e 5 horas do dia.

Segundo Fischer (1996), a mastigação durante a ingestão e/ou a ruminção atua diretamente na redução das partículas do alimento e implica, indiretamente, nas condições ótimas para celulobiose ruminal, devido ao efeito sobre a produção de saliva. Menos fibra efetiva resulta diminuição da mastigação, sendo que os animais secretam mais saliva quando mastigando do que descansando, menor mastigação resulta em menos salivção e efeito tamponante no rúmen. Portanto, a diminuição da salivção, combinada com maior produção de ácidos graxos voláteis, resulta no decréscimo de pH ruminal, alteração na população microbiana e na proporção de ácidos formados (LIRA et al., 2000).

Na avaliação do comportamento representado pelas frequências de práticas diárias nas atividades (Tabela 16), houve diferença significativa entre os tratamentos para as frequências de consumo de água e excreções sólidas. Já para a época de avaliação, houve alteração significativa apenas na frequência de alimentações diárias.

Não foi observada variação significativa entre os tratamentos para a frequência de alimentações diárias, sendo verificado que animais alimentados com dieta 100% concentrado procuraram alimentar-se 18,9 vezes dia<sup>-1</sup>, e animais alimentados com silagem de milho 21,1 vezes dia<sup>-1</sup>. No entanto, verificou-se que os animais de ambos os tratamentos apresentaram maior frequência de alimentações na fase inicial de confinamento, sendo computadas 23,3 vezes dia<sup>-1</sup> contra 16,8 vezes dia<sup>-1</sup> na fase final.

Foi observada maior busca por consumo de água em animais alimentados com dieta 100% concentrado, que procuraram ingerir água 9,4 vezes dia<sup>-1</sup>, já na dieta com silagem de milho e concentrado observou-se frequência de 6,9 vezes dia<sup>-1</sup>. Não foram detectadas alterações significativas entre tratamentos e entre períodos de avaliação para o número de excreções líquidas (micções), apresentando média de 8,6 micções dia<sup>-1</sup>.

O fornecimento de dieta independente de fonte de volumoso, ou seja, a alimentação com 100% de concentrado influenciou na redução do número de excreções sólidas diárias, detectando-se 7,7 defecações dia<sup>-1</sup> a menos comparativamente ao fornecimento de silagem de milho como fonte de volumoso. Na média, foram observadas 5,2 defecações dia<sup>-1</sup> no tratamento 100% concentrado contra 12,9 defecações dia<sup>-1</sup> do tratamento com silagem e concentrado. A variação obtida se deve, provavelmente, ao menor CMSD e volume de ração proporcionado pela dieta mais densa energeticamente.

**Tabela 16.** Frequência das atividades comportamentais de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, conforme a fase de confinamento.

TRATAMENTOS	FREQUÊNCIA NAS ATIVIDADES COMPORTAMENTAIS		MÉDIA
	FASE INICIAL	FASE FINAL	
	<b>Alimentações (número de vezes dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	21,5	16,4	18,9 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	25,0	17,1	21,1 a
Média	23,3 A	16,8 B	
	<b>Abeberações (número de vezes dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	10,0	8,8	9,4 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	7,7	6,2	6,9 b
Média	8,85 A	7,5 A	
	<b>Micções (número de vezes dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	11,1	6,9	9,0 a
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	8,7	7,5	8,1 a
Média	9,9 A	7,2 A	
	<b>Defecações (número de vezes dia<sup>-1</sup>)</b>		
100% Concentrado <sup>1</sup>	5,1	5,2	5,2 b
Silagem de Milho + Concentrado <sup>2</sup>	14,2	11,5	12,9 a
Média	9,7 A	8,4 A	

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

Médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

De acordo com Bürger et al. (2000) aumento do nível de concentrado na dieta (de 30 a 90%) não influencia o número de refeições diárias, com 14,8 em média, mas diminui linearmente o tempo despendido por refeição, corroborando ao observado neste trabalho. Segundo Gürtler et al. (1984), o tamanho, forma e capacidade dos diversos segmentos gástricos dos ruminantes são dependentes de sua alimentação, idade e estágio de desenvolvimento. Portanto, sugere-se que com a maturidade, os animais adquirem maior capacidade de enchimento ruminal, diminuindo a frequência de alimentação pelo aumento da capacidade de ingestão de alimento.

Com relação a variação na frequência de consumo de água entre os tratamentos, sabe-se que a elevação da frequência e/ou consumo de água e aumento da salivação aumenta a taxa de diluição dos ácidos graxos no rúmen, bem como a taxa de passagem da fase líquida da digesta, carregando consigo parte do amido e ácidos graxos para fora do ambiente ruminal, contribuindo para o efeito de tamponamento e manutenção do pH ruminal (RUSSELL e CHOW, 1993). A maior frequência de consumo de água observada em animais alimentados com 100% de concentrado pode constar de uma estratégia na tentativa de manter o pH ruminal próximo da normalidade.

#### 5.4. Conclusões

A alimentação com 100% de concentrado com grãos de milho inteiro apresentou vantagens quanto ao uso pela redução de 61% do peso da matéria natural dos alimentos fornecidos no cocho, e conseqüentemente redução no volume de alimento quando comparada a dieta com uso de volumoso, possibilitando maior agilidade no manejo de trato e transporte da ração. Além de melhorar em 32% a conversão alimentar, reduzir em 77% a produção de matéria natural de esterco e proporcionar ganhos de peso constante aos animais quando utilizada na fase de terminação de novilhos em confinamento.

A dieta com 100% de concentrado quando comparada a alimentação com volumoso promoveu redução de 36% no tempo despendido ao consumo de alimentos e 82% no tempo de ruminação, implicando em maior tempo de ócio dos animais. Ainda, promoveu maior frequência de ingestão de água e menor número de defecações diárias.

#### 5.5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

BEAUCHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A.; DONG, Y. FARR, I.; CHENG, K.J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.1, p.236-246, 1994.

BOLSEN, K.K. Silage Technology. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. **Proceedings...** Queensland: Gatton College, 1996. p.1-30.

BOLZAN, T.I.; SANCHES, L.M.B.; CARVALHO, P.A.; VELHO, J.P.; LIMA, L.D.; MORAIS, J.; CADORIN JÚNIOR, R.L. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grãos de milho moído, inteiro ou tratado com ureia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.229-234, 2007.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CLARK, P.W.; ARMENTANO, L.E. Effectiveness of neutral detergent fiber in and dried distillers grains compared with whole cottonseed alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.2644-2650, 1993.

DEPETRIS, G.J.; SANTINI, F.J.; PAVAN, E.; VILLARREAL, E.L.; REARTE, D.H. Efecto del grano de maíz alto en aceite en el sistema de engorde a corral. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.23, p.57, 2003.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. 1996. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D. C, [s.n.], **Agricultural Handbook**, p.379, 1970.

GOROCICA-BUENFIL, M.A.; LOERCH, S.C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v.83, n.3, p.705–714, 2005.

GRANDINI, D. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.90-102.

GÜRTLER, H.; KETZ, H.A.; KOLB, E.; SCHRÖDER, L.; SEIDEL, H. A. A fisiologia da digestão e da absorção. In: LEIPZIG, E.K. **Fisiologia Veterinária**. 4. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. p.105-129.

HEINRICHS, A.J.; KONONOFF, P.J. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, Department of Dairy and Animal Science [online], 2002. Disponível em: <<http://www.das.psu.edu/dairy/dairy-nutrition>>. Acesso em: 18/02/2012.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

KATSUKI, P.A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 55p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

KONONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J.; BUCKMASTER, D.R. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1858–1863, 2003.

LIRA, V.M.; PEREIRA, J.C.; VIEIRA, M.R.A.; CECON, P.R.; OLIVEIRA, E.C.; AMARAL, A.M.; SILVA, I.M.; MAGIEIRO, D. Cinética da degradação ruminal da matéria seca e fibra em detergente neutro do capim brachiaria na estação seca e chuvosa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.358.

LOERCH, S.C. Efficacy of plastic pot scrubbers as a replacement for roughage in high-concentrate cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.2321-2328, 1991.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MISSIO, L.R.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010.

MISSIO, L.R.; BRONDANI, I.L.; FERITAS, L.S.; SACHET, R.H.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals**. 7th.ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 90p.

NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais ... Piracicaba: FEALQ**, 1996, p.319-352.

OLIVEIRA, M.R. **Efeito do estágio de maturação na qualidade da silagem de milho na resposta econômica de novilhos confinados**. Guarapuava, 2010, 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.

OWENS, F.N. **Corn grain processing and digestion**. Proc. 66<sup>th</sup> Minnesota Nutrition Conference, Saint Paul, MN: 113-133, 2005.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.2, p. 868-879, 1997.

PORDOMINGO, A.J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N.A; AZCÁRATE, M.P. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. **RIA: INTA, Argentina**, v.31, n.1, p.1-22, 2002. Disponível em: <[http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31\\_1/001.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31_1/001.pdf)>. Acesso em: 01/02/2012.

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

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V.; PEREIRA, J.C.; MÂNCIO, A.B. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 2. Efeito sobre a ingestão de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.261-269, 2001.

RUSSELL, J.B.; CHOW, J.N. Another theory for the action of ruminal buffer salts: decreased starch fermentation and propionate production. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.3, p.826-830, 1993.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics**. 4.ed. Version 6. Cary, North Caroline, v.2, 1993. 943p.

SILVA, H.L. **Dietas de alta proporção de concentrado para Bovinos de corte confinados**. 2009. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.; SHAIN, D. Feed intake variation. In: SYMPOSIUM: INTAKE BY FEEDLOT CATTLE. **Okla. Agric. Exp. Stn**, 1995, p.56-59.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p. (Boletim técnico, n.5).

ULYATT, M.J.; DELLOW, D.W.; JOHN, A.; REID, C.S.W.; WAGHORN, G.C. Contribution of chewing during eating and rumination as the clearance of digesta from the rumino-reticulum. In: MILLIGAN, L.P.; GROVUM, W.L; DOBSON, A. (Eds.) Control of digestion and metabolism in ruminants. INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6., 1984, Canada. **Proceedings...** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986. p.498-515.

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

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

VANCE, R.D.; PRESTON, R.L.; KLOSTERMAN, E.W.; CAHILL, V.R. Utilization of whole shelled and crimped corn grain with varying proportions of corn silage by growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.35, n.3, p.598-605, 1972.

WELCH, J.G., HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston. 1988. p.108-116.

## 6. CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DA CARÇAÇA E DOS COMPONENTES NÃO-INTEGRANTES DA CARÇAÇA DE NOVILHOS CONFINADOS COM DIETA 100% CONCENTRADO OU DIETA COM 55% DE CONCENTRADO E SILAGEM DE MILHO

### Resumo

A acessibilidade de preços e exigência de qualidade de produto têm influenciado a maior utilização de alimentos concentrados, ou até mesmo o aparecimento de dietas independentes de volumoso nas rações de bovinos confinados. A manipulação de fatores dietéticos pode influenciar a composição do ganho, características da carçaça e dos órgãos vitais. O objetivo foi avaliar as medidas quantitativas da carçaça e os componentes do corpo não-integrantes da carçaça, representados em peso absoluto e em relação ao peso corporal, de novilhos de corte terminados em confinamento alimentados com diferentes dietas, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% concentrado: milho grão inteiro (80%) + núcleo proteico (20%), “*ad libitum*” e T<sub>2</sub> – 55% de concentrado + silagem de milho planta inteira “*ad libitum*”. Os tratamentos não exerceram influência sobre o peso vivo de fazenda (492,15 kg), peso de carçaça quente (263,76 kg), rendimento de carçaça (53,57%), comprimento de carçaça (175,40 cm), espessura de coção (24,06 cm), comprimento de braço (39,25 cm), espessura de gordura (3,63 mm) e distribuição da gordura (4,15 mm). O tratamento com 100% de concentrado aumentou o perímetro de braço (39,6 vs 37,1 cm). A dieta com 100% de concentrado resultou em aumentos de 84% no peso do baço e 12% no peso do couro, aumento de forma numérica em 33% no peso do coração e 16% no peso do fígado. Já nos valores dos componentes do corpo não-integrantes da carçaça expressos em relação ao peso de abate, os animais alimentados com 100% de concentrado apresentaram elevação de 79% na proporção de baço, e aumento numérico de 30% na proporção de coração e 10 % na proporção de couro. A alimentação de novilhos confinados com 100% de concentrado na ração comparativamente a uma dieta convencional com fonte de volumoso não surtiu efeito de melhoria no rendimento de carçaça. No entanto, o tratamento com 100% de concentrado promoveu aumento no perímetro de braço e redução numérica na cobertura de gordura da carçaça e, sendo sugestivo de propiciar carçaças com maior grau de musculosidade.

**Palavras-Chave:** espessura de gordura, milho grão inteiro, peso dos órgãos, rendimento de carçaça

## 6.1. Introdução

A pecuária de corte brasileira vive um momento de intenso desenvolvimento e afirmação no mercado mundial, tal crescimento traz consigo a necessidade de melhores índices de produtividade para suprir a constante demanda pelo produto, bem como atribuir qualidade ao mesmo, objetivando sempre atender mercados cada vez mais exigentes.

Em busca de melhor desempenho produtivo, qualidade de produto e lucratividade, os confinadores estão fornecendo aos animais rações com níveis cada vez mais altos de alimentos concentrados. Dietas com elevados níveis de concentrado podem surtir vantagens no acabamento e rendimento de carcaça, na proporção de cortes nobres e em algumas características organolépticas como maciez (Missio et al., 2010).

A acessibilidade de preços de alguns ingredientes da ração em um determinado momento tem favorecido o surgimento de dietas independentes da utilização de alimentos volumosos, sendo constituídas totalmente por alimentos concentrados. Este tipo de alimentação tem sido alvo de grandes especulações quanto às características da carcaça dos animais terminados neste sistema em comparação aos sistemas convencionais com volumoso.

A comercialização de bovinos no Brasil, na maioria dos casos, baseia-se no rendimento de carcaça. A manipulação dos fatores nutricionais exerce grande influência neste parâmetro, certamente por alterar o peso do conteúdo gastrintestinal. Além disso, rações com elevado teor de concentrados geralmente produzem elevados ganhos de peso e maior quantidade de gordura na carcaça, pois planos nutricionais mais adensados energeticamente influenciam a composição do ganho favorecendo a deposição de gordura (KATSUKI, 2009).

Existem dúvidas de que bovinos de corte possam ser acabados de forma bem sucedida com dietas baseadas em concentrado, mesmo podendo observar resultados de desempenho em confinamento semelhantes a dietas convencionais (SILVA, 2009). Algumas incógnitas quanto a este tipo de alimentação ainda não estão bem esclarecidas nos sistemas de produção brasileiros, entretanto, é realizada de forma eficiente em sistemas de produção norte americanos e de alguns países sul-americanos.

A avaliação das partes não-integrantes da carcaça é importante, pois segundo Cumby (2000) o tamanho e a taxa metabólica dos órgãos vitais são diferentes em relação às demais partes do corpo do animal, podendo estar diretamente relacionados ao consumo de alimentos, desempenho animal e às exigências energéticas para manutenção.

Os componentes externos da carcaça não representam remuneração ao produtor, mas são importantes porque exercem influência no rendimento de carcaça e são de interesse dos frigoríficos, visto que parte de suas despesas operacionais são custeadas com dividendos provenientes da comercialização de órgãos, couros, carnes de cabeça e demais resíduos destinados à comercialização, no entanto, não existem estudos que comprovem a lucratividade real dos sistemas frigoríficos (MISSIO et al., 2009).

O objetivo do trabalho foi avaliar as características quantitativas da carcaça e os componentes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos terminados em confinamento alimentados com dieta 100% concentrado contendo grãos de milho inteiro comparativamente a uma dieta convencional contendo 55% de concentrado e silagem de milho como volumoso.

## **6.2. Material e Métodos**

### **6.2.1. Local experimental**

O trabalho foi realizado no Núcleo de Produção Animal – NUPRAN da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000).

### **6.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados**

O objetivo foi avaliar as medidas quantitativas da carcaça e os componentes do corpo não-integrantes da carcaça, representados em peso absoluto e em relação ao peso corporal, de novilhos de corte terminados em confinamento alimentados com diferentes dietas, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% de concentrado: milho grão inteiro (80%) + núcleo proteico, vitamínico e mineral peletizado (20%), “*ad libitum*”; e T<sub>2</sub> – 5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de planta inteira de milho “*ad libitum*”, constituindo-se de um tratamento controle

amplamente utilizado em confinamentos da região.

### **6.2.3. Instalações e condução experimental**

O experimento teve duração de 98 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas e instalações experimentais, resultando em 84 dias de avaliações. As instalações foram constituídas de 10 baias de confinamento, semi-cobertas, com área de 15 m<sup>2</sup>, possuindo um comedouro de concreto e um bebedouro metálico regulado por bóia automática. Utilizou-se 20 novilhos inteiros, da raça Canchim, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de 12 meses e peso vivo médio inicial de 365 kg com desvio padrão de 5 kg, vermifugados e equilibrados por peso e condição corporal para cada tratamento, onde cada dois animais representaram uma unidade experimental.

O manejo alimentar foi realizado 2 vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas, e o consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente através da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior. De mesma forma, o ajuste no fornecimento da quantidade de alimentos no tratamento com dieta 100% concentrado foi realizado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida. Já o ajuste no fornecimento dos alimentos no tratamento com silagem de milho e concentrado foi realizado maneira que o fornecimento de silagem de milho foi regulado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, porém, a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi constante do início ao fim do confinamento independente do nível de consumo do volumoso.

A adaptação dos animais à dieta 100% concentrado teve duração de 14 dias, de forma que nos primeiros 4 dias foi fornecida a proporção de 1,2% do peso vivo (PV) dos animais da mistura de concentrado (núcleo proteico, vitamínico e mineral: 20% + milho grão inteiro: 80%) e silagem de milho à vontade; do quarto ao oitavo dia passou a se fornecer 1,6% do PV da mistura de concentrado e silagem de milho à vontade; no nono dia foi fornecido 1,8% PV e iniciou-se a redução do fornecimento de volumoso; a partir do décimo segundo dia foi interrompido o fornecimento de alimento volumoso, disponibilizando somente a mistura de concentrado no cocho de forma “*ad libitum*” com ajustes diários de fornecimento.

Para o tratamento com silagem, a quantidade do concentrado oferecido aos animais foi fornecida de forma pré-fixada ajustada em função da média de peso (425 kg de peso vivo) obtida pelo peso médio de entrada (350 kg) e peso alvo de saída (500 kg) esperado. Sendo

assim, a suplementação de alimento concentrado foi oferecida na proporção de 1,3% do peso vivo obtido pela média do peso inicial e desejado ao final, compreendendo a quantia de 5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> fixa por todo o período experimental, considerando a prévia adaptação a alimentos concentrados que os animais sofreram antes da entrada no confinamento.

#### **6.2.4. Análise e composição das dietas experimentais**

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (1996) para atenderem às exigências de ganhos diários de 1,5 kg de peso vivo. Na Tabela 12 encontram-se os teores de nutrientes nas dietas e as relações volumoso:concentrado conforme os períodos. A real relação volumoso:concentrado obtida com o manejo de trato, ao final, apresentou média de 47:53.

Foram coletadas amostras da dieta no início da adaptação e durante o período experimental a cada sete dias, sequencialmente, as amostras de silagem e dos alimentos concentrados foram levadas a estufa de ar forçado a 55°C até atingir peso constante para determinação da matéria parcialmente seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo “Wiley” com peneira de 1mm de diâmetro e conduzidas posteriormente para análise bromatológica. Nas amostras pré-secas, de silagens foram estimados os teores de matéria seca total em estufa de secagem e esterilização a 105°C, proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl, matéria mineral (MM) por incineração a 550°C durante 4 horas e extrato etéreo (EE) conforme técnicas descritas em AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest et al. (1991) com a enzima  $\alpha$ -amilase termoestável e de fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT, %) foram obtidos via equação sugerida por Bolsen (1996), onde:  $[NDT, \% = 87,84 - (0,70 \times FDA)]$ . Os nutrientes minerais foram analisados conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

As misturas de alimentos concentrado, núcleo proteico da dieta 100% concentrado e concentrado da dieta com silagem, foram elaboradas na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária Agroindustrial localizada no distrito de Entre Rios em Guarapuava - PR. Na preparação dos alimentos concentrados utilizaram-se os seguintes ingredientes: farelo de soja, casca de soja, farelo de trigo, radícula de malte, cevada, grãos de milho moídos, gérmen de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico, uréia pecuária, premix vitamínico e mineral, sal comum e monensina sódica. O núcleo proteico utilizado na dieta 100% concentrado apresentou teores médios percentuais de MS de 90,22%, PB de 32,01%, EE de 2,34%, FDN

de 22,20%, FDA de 11,08%, MM de 14,72%, cálcio (Ca) de 2,50%, fósforo (P) de 1,0%, potássio (K) de 1,42% e magnésio (Mg) de 0,44%. Já a mistura concentrada utilizada para compor a dieta com silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 89,20% de MS, PB de 19,00%, EE de 3,95%, FDN de 28,66%, FDA de 13,15%, MM de 7,34%, Ca de 1,20% e P de 0,50%, K de 0,77%, e Mg de 0,34%, com base na matéria seca total.

A silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 33,11% de MS, PB de 7,74%, EE de 3,03%, NDT de 65,83%, FDN de 50,70%, FDA de 31,43%, MM de 3,74%, Ca de 0,17% e P de 0,18%, K de 0,81%, e Mg de 0,18%, com base na matéria seca total.

#### **6.2.5. Avaliações da carcaça e dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça**

Ao final do período de confinamento, obedecendo a um jejum de sólidos por 12 horas, os animais foram pesados no carregamento para o frigorífico, obtendo-se o peso de fazenda. Os abates seguiram o fluxo normal de um abatedouro comercial, localizado a 5 km de distância do local onde foi conduzido o experimento, em conformidade com as normas de bem estar animal e ética para o abate de bovinos. Em seguida, com a remoção do couro e evisceração, as carcaças foram identificadas, lavadas e resfriadas a -2°C por 24 horas.

Nas carcaças quentes foram mensuradas quatro medidas de desenvolvimento: comprimento de carcaça, que consiste da distância entre o bordo cranial medial do osso púbis e o bordo cranial medial da primeira costela; comprimento de braço, que consiste da distância entre a tuberosidade do olecrano e a articulação rádio-carpiana; perímetro de braço, obtido na região mediana do braço circundando com uma fita métrica; e a espessura de coxão, medida por intermédio de um compasso posicionado perpendicularmente ao comprimento da carcaça, tomando-se a maior distância entre o corte que separa as 2 meias carcaças e os músculos laterais da coxa, conforme as metodologias descritas por Muller (1987).

Sequencialmente, aferiu-se a espessura de gordura subcutânea ao nível da 12° costela. Para a avaliação da distribuição de gordura na carcaça foram aferidos três pontos de espessura de gordura subcutânea, ao nível da 6°, 9° e 12° costela, sendo o valor da distribuição de gordura obtido pela média dos pontos. A variável foi adotada como fator de ajuste para melhor representatividade da cobertura de gordura da carcaça, recomendado por Muller (1987), e estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na Instrução Normativa (IN) nº 9, onde, o acabamento de carcaça é verificado mediante

observação da distribuição e quantidade de gordura de cobertura, em locais diferentes da carcaça (a altura da 6°, 9° e 12° costelas), porém, classificando em categorias subjetivas (BRASIL, 2004).

No momento de abate, realizou-se a caracterização das partes do corpo não integrantes da carcaça dos novilhos abatidos, por meio da coleta dos pesos dos seguintes componentes: cabeça, língua, pescoço, rabo, patas, couro e testículos (denominados componentes externos); coração, rins, fígado, baço e pulmões (denominados órgãos vitais); diafragma, rúmen-retículo cheio, rúmen-retículo vazio, abomaso cheio, intestinos delgado e grosso cheios.

### **6.2.6. Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por 2 tratamentos com 5 repetições, onde cada repetição constou de uma baia contendo dois novilhos, totalizando 10 unidades experimentais. Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, por intermédio do programa SAS (1993).

O experimento foi conduzido atendendo os princípios de bem estar animal e ética com animais experimentais. Antecipadamente, o projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, instituição onde foi realizado o trabalho.

### **6.3. Resultados e Discussão**

Conforme a Tabela 17, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para o peso vivo de fazenda (492,15 kg), peso de carcaça quente (263,76 kg), rendimento de carcaça (53,57%), comprimento de carcaça (175,40 cm), espessura de coxão (24,06 cm), comprimento de braço (39,25 cm), espessura de gordura (3,63 mm) e distribuição da gordura (4,15 mm). Houve variações significativas apenas para o perímetro de braço.

De acordo com Muller (1987), a similaridade de peso de abate entre animais de mesma idade representa um fator indicativo de eficiência do sistema produtivo, considera-se melhor quando o maior peso é obtido em animais de menor idade. O comprimento de carcaça é altamente correlacionado com o peso de carcaça e cortes de maior remuneração, em carcaças de comprimento e acabamento semelhantes, as de maior peso apresentam melhor

conformação e proporção de componentes comestíveis. Com estas inferências, apesar de não avaliada, é possível relatar que com a não variação entre peso e comprimento de carcaça, e espessura de coxão, a conformação foi semelhante entre os tratamentos.

**Tabela 17.** Medidas quantitativas da carcaça de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação.

VARIÁVEIS AVALIADAS	TRATAMENTOS		MÉDIA
	100% CONCENTRADO <sup>1</sup>	SILAGEM DE MILHO + CONCENTRADO <sup>2</sup>	
<b>Peso vivo de fazenda (kg)</b>	496,60 a	487,71 a	492,15
<b>Peso de carcaça quente (kg)</b>	265,48 a	262,04 a	263,76
<b>Rendimento de carcaça (%)</b>	53,44 a	53,71 a	53,57
<b>Comprimento da carcaça (cm)</b>	176,40 a	174,40 a	175,40
<b>Espessura de coxão (cm)</b>	24,20 a	23,92 a	24,06
<b>Comprimento de braço (cm)</b>	39,60 a	38,90 a	39,25
<b>Perímetro de braço (cm)</b>	39,60 a	37,10 b	38,35
<b>Espessura de gordura (mm)</b>	3,13 a	4,13 a	3,63
<b>Distribuição de gordura (mm)</b>	3,90 a	4,40 a	4,15

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

O rendimento de carcaça é altamente influenciado pelo peso vivo, idade do animal e pelo conteúdo gastrintestinal (PATTERSON et al., 1995). Este último varia principalmente com o tempo de jejum, tipo de dieta e grupo genético dos animais (RESTLE et al., 2000).

Alguns fatores nutricionais possuem grande influência neste parâmetro, como a ausência ou pequena participação de fibras longas, que certamente altera o peso do conteúdo gastrintestinal (LAWRENCE e FOWLER, 1997). Segundo Missio et al. (2010), o aumento da proporção de concentrado na terminação de bovinos pode melhorar o rendimento de carcaça.

Corroborando, Silva et al. (2002) avaliando níveis de concentrado (20, 40, 60, 80%) em dietas com feno de gramínea tropical, observaram efeito linear crescente no rendimento de carcaça com o aumento nos níveis de concentrado, os rendimentos foram de 56,8%, 59,6%, 60,7%, 61,3%, para os respectivos níveis de concentrado, resultado atribuído a diminuição do conteúdo gastrintestinal. Entretanto, Missio et al. (2010) também avaliando níveis de concentrado (22, 40, 59, 79%) em dietas com silagem de milho não encontraram diferenças significativas no rendimento de carcaça, com média de 58, 30%.

No trabalho anteriormente citado, a utilização de diferentes níveis de concentrado juntamente com silagem de milho não surtiram efeito no rendimento de carcaça de novilhos confinados, de mesma forma, no presente trabalho o fornecimento de dieta 100% concentrada

não surtiu diferença de rendimento de carcaça perante novilhos terminados com silagem de milho e 55% de concentrado. De acordo com Restle et al. (2001), quando são utilizados volumosos com alta taxa de passagem não são encontradas diferenças no rendimento de carcaça entre animais alimentados com diferentes níveis de concentrado.

A alimentação dos novilhos com 100% de concentrado proporcionou maior perímetro de braço, medindo 39,60 cm de circunferência, em relação aos animais alimentados com 55% de concentrado e silagem de milho como fonte de volumoso, que apresentaram perímetro de braço de 37,10 cm (Tabela 17).

Segundo Freitas et al. (2008), o perímetro de braço é umas das características que expressam a musculosidade da carcaça, e apresentaram em animais de confinamento correlações positivas com o peso de carcaça e porcentagem de dianteiro, no entanto, correlacionam se negativamente com a espessura de gordura. Vaz e Restle (2005) encontraram maior perímetro de braço em animais confinados alimentados com silagem de milho (36 cm) em comparação a cana-de-açúcar (34 cm). Missio et al. (2010) avaliando níveis de concentrado (22, 40, 59, 79%) em dietas com silagem de milho não encontraram diferenças para perímetro (31,5 cm) e comprimento de braço (38,6 cm), espessura de coxão (69 cm), comprimento de carcaça (119 cm) e espessura de gordura (4 mm).

A espessura de gordura subcutânea medida ao nível da décima segunda costela, apesar de não diferir significativamente ( $P=0,10$ ), numericamente foi menor em animais tratados com 100% de concentrado, apresentando 3,13 mm de gordura, comparativamente aos animais que foram alimentados com silagem de milho como fonte de volumoso, que depositaram 4,13 mm de gordura de cobertura na carcaça (Tabela 17).

De acordo com Van Soest (1994), em dietas à base de forragem, a proporção de ácidos graxos voláteis formados no rúmen pela fermentação apresenta aproximadamente 65-70% de acetato, 15-25% de propionato e 5-10% de butirato. Já o emprego de dietas ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis (amido) aumenta a proporção de propionato, e resulta em proporção de aproximadamente de 50-60% acetato, 35-45% de propionato e de 5-10% de butirato. Em grande parte, o propionato é convertido em glicose pelo fígado, no entanto, o acetato é usado principalmente como substrato para a produção de gordura (CHURCH, 1993).

Woody et al. (1983), manipularam o conteúdo de grãos nas silagens de milho através do cultivo de lavouras com diferentes populações, e à partir destas silagens puderam avaliar 8 níveis crescentes de grãos de milho na dieta de novilhos mestiços Charolês, variando de 30 a

96%, este último representa uma dieta sem forragem com grãos de milho secos e inteiros. Diferentemente deste experimento, os autores obtiveram maior espessura de gordura na alimentação com 100% de concentrado, apresentando 10 mm contra 8 mm em média obtido pelas dietas com forragem. Entretanto, segundo Signoretti et al. (1999) a percentagem de gordura na carcaça aumenta até o nível de 75% de concentrado na dieta.

Diferentemente, Vance et al. (1972) trabalhando com dieta 100% concentrado comparativamente a dietas de alto concentrado com níveis de inclusão de silagem de milho (0, 17, 23, 37, 48 e 59%), encontraram efeito quadrático para a espessura de gordura. Os animais alimentados com dieta 100% concentrado apresentaram 17,8 mm de gordura, que se elevou até 18,8 mm em animais alimentados com 37% de silagem de milho e decresceu para 15,7 mm na maior inclusão de silagem na dieta. No mesmo trabalho, os autores avaliaram as características ruminais de animais alimentados com 100% de concentrado e da dieta com 59% de silagem, os respectivos tratamentos apresentaram: total de ácido graxo voláteis (110 vs 122 mM L<sup>-1</sup>), ácido acético (39 vs 63 %), ácido propiônico (41 vs 20 %), ácido butírico (13 vs 11 %), ácido isovalérico (2,5 vs 2,7 %), lactato (439 vs 938 μM L<sup>-1</sup>) e pH (5,6 vs 6,1).

O padrão de gordura desejado nas carcaças pela indústria frigorífica fica entre 3 a 6 mm de espessura, com mínimo de 2 mm e máximo de 7 mm. O excesso de gordura é inútil e praticamente sem valor comercial sendo aparado a um mínimo pelos varejistas no ato da comercialização (MACEDO et al., 2001). A ração com 100% de concentrado proporcionou carcaças com acabamento e distribuição de gordura adequada às exigências da indústria.

Menezes et al. (2010) avaliaram as características da carcaça de novilhos terminados sob diferentes sistemas de produção e observaram que animais terminados em confinamento alimentados com 40% de concentrado e 60% de silagem de milho apresentaram 53% de rendimento de carcaça, 4,3 mm de espessura de gordura, 22 cm de espessura de coxão, perímetro de braço de 33 cm, comprimento de braço de 38 cm, 119 cm de comprimento de carcaça, valores semelhantes aos encontrados na dieta com silagem deste trabalho. Os autores concluíram que os animais terminados em confinamento e pastagens temperadas apresentaram carcaças de melhor qualidade que os terminados em pastagens tropicais.

Silva (2009) avaliando o efeito de três dietas de confinamento com alta inclusão de concentrado sobre as características da carcaça de bovinos, observou que animais alimentados com 90% de concentrado e 10% de bagaço de cana “in natura” apresentaram, numericamente, maior espessura de gordura (4,36 mm) que animais tratados com dieta 100% concentrado com

grãos de milho inteiro e 10% de casca de soja (3,92 mm) e animais que foram alimentados com uma dieta a base de alimentos concentrados (sorgo moído, casca de soja e núcleo proteico) mais 16,7% de caroço de algodão (2,86 mm). De forma significativa, foi evidenciada maior espessura de gordura subjetiva em animais alimentados com 10% de bagaço de cana-de-açúcar, avaliada por observadores treinados para identificar graus de uniformidade de gordura nas carcaças. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para o rendimento de carcaça (54,6%) e comprimento de carcaça (139 cm).

Ao testar o efeito de níveis de inclusão (0, 15, 30, 45%) de casca de soja na dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiro, Katsuki (2009) não encontrou diferenças significativas na carcaça, que apresentaram 132 cm de comprimento, 55% de rendimento e 6,58 mm de espessura de gordura.

Na comparação dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça (Tabela 18), não houve diferença significativa entre os tratamentos para os pesos de cabeça (11,50 kg), língua (1,0 kg), cabeça mais língua (12,50 kg), rabo (1,47 kg), coração (1,90 kg), fígado (5,63 kg), rins (0,95 kg), pulmões (5,12 kg), diafragma (2,66 kg), rúmen cheio (37,55 kg), rúmen vazio (10,25 kg), abomaso cheio (4,74 kg), intestinos (20,60 kg), patas (10,51 kg), pescoço (4,63 kg) e testículos (1,26 kg).

No entanto, os novilhos tratados com 100% de concentrado apresentaram maiores pesos de baço e couro, com valores de 3,03 kg e 49,49 kg, respectivamente; enquanto que os tratados com silagem de milho e concentrado apresentaram pesos de 1,65 kg e 44,10 kg para os respectivos componentes do corpo não-integrantes da carcaça (Tabela 18). Numericamente, foram observados maiores pesos de coração ( $P=0,07$ ) e fígado ( $P=0,09$ ) em animais tratados com 100% de concentrado.

Missio et al. (2009), avaliaram as partes não-integrantes da carcaça de tourinhos alimentados em confinamento com silagem de milho e diferentes níveis de concentrado (22, 40, 59, 79%) e constataram que não houve influência do teor de concentrado na dieta para os pesos de cabeça (13,16 kg), patas (7,38 kg), couro (41,69 kg), testículos (0,46 kg), coração (1,54 kg), pulmões (3,70 kg), fígado (4,67 kg), rins (0,75 kg), baço (1,32 kg) e rúmen-retículo vazios (6,03). Observaram efeito quadrático para o peso do abomaso, com 1,21 kg no nível de 22% de concentrado e o maior peso de 2,38 kg no nível 59% de concentrado. Também, houve comportamento linear crescente para o peso de intestino, com 3,42 kg e 7,08 kg no menor e maior nível de concentrado, respectivamente.

**Tabela 18.** Peso dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação.

VARIÁVEIS AVALIADAS (kg)	TRATAMENTOS		MÉDIA
	100% CONCENTRADO <sup>1</sup>	SILAGEM DE MILHO + CONCENTRADO <sup>2</sup>	
Peso da cabeça	12,25 a	10,76 a	11,50
Peso da língua	1,08 a	0,92 a	1,00
Peso de cabeça + língua	13,33 a	11,67 a	12,50
Peso do rabo	1,55 a	1,39 a	1,47
Peso do coração	2,17 a	1,63 a	1,90
Peso do fígado	6,06 a	5,21 a	5,63
Peso dos ríns	0,95 a	0,94 a	0,95
Peso dos pulmões	5,32 a	4,92 a	5,12
Peso do baço	3,03 a	1,65 b	2,34
Peso do diafragma	2,80 a	2,53 a	2,66
Peso do rúmen cheio	35,90 a	39,20 a	37,55
Peso do rúmen vazio	10,64 a	9,85 a	10,25
Peso do abomaso cheio	4,98 a	4,51 a	4,74
Peso dos intestinos	19,94 a	21,25 a	20,60
Peso do couro	49,40 a	44,10 b	46,75
Peso das quatro patas	11,00 a	10,02 a	10,51
Peso de Pescoço	4,61 a	4,64 a	4,63
Peso dos Testículos	1,28 a	1,25 a	1,26

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

A Tabela 19 apresenta os valores dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça, mas de determinação do rendimento da carcaça, representados em percentual do peso vivo dos animais no momento do abate. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para as porcentagens em relação ao peso vivo dos animais para cabeça (2,34%), língua (0,2%), cabeça mais língua (2,54%), rabo (0,30%), coração (0,39%), fígado (1,14%), rins (0,19%), pulmões (1,04%), diafragma (0,54%), rúmen cheio (7,65%), rúmen vazio (2,09%), abomaso cheio (0,96%), intestinos (4,18%), couro (9,5%), patas (2,14%) e pescoço (0,94%).

Os novilhos que receberam como alimentação a dieta 100% concentrado apresentaram, em relação ao seu peso vivo no momento do abate, 0,61% de baço. Valores estatisticamente superiores aos encontrados em novilhos alimentados com 55% de concentrado e silagem de milho, que apresentaram 0,34% de baço, (Tabela 19). Apenas de forma numérica, os animais tratados com 100% de concentrado apresentaram maiores proporções de coração (P=0,07) e couro (P=0,06) em relação aos alimentados com silagem de milho e concentrado.

**Tabela 19.** Componentes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos terminados em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, expressos em porcentagem do peso vivo (%PV).

VARIÁVEIS AVALIADAS (%PV)	TRATAMENTOS		MÉDIA
	100% CONCENTRADO <sup>1</sup>	SILAGEM DE MILHO + CONCENTRADO <sup>2</sup>	
<b>Cabeça</b>	2,47 a	2,20 a	2,34
<b>Língua</b>	0,22 a	0,19 a	0,20
<b>Cabeça + Língua</b>	2,69 a	2,39 a	2,54
<b>Rabo</b>	0,31 a	0,29 a	0,30
<b>Coração</b>	0,44 a	0,34 a	0,39
<b>Fígado</b>	1,22 a	1,07 a	1,14
<b>Rins</b>	0,19 a	0,19 a	0,19
<b>Pulmões</b>	1,06 a	1,01 a	1,04
<b>Baço</b>	0,61 a	0,34 b	0,47
<b>Diafragma</b>	0,56 a	0,52 a	0,54
<b>Rúmen cheio</b>	7,24 a	8,06 a	7,65
<b>Rúmen vazio</b>	2,14 a	2,03 a	2,09
<b>Abomaso cheio</b>	0,99 a	0,92 a	0,96
<b>Intestinos</b>	4,02 a	4,35 a	4,18
<b>Couro</b>	9,96 a	9,05 a	9,50
<b>Patas</b>	2,22 a	2,06 a	2,14
<b>Pescoço</b>	0,93 a	0,95 a	0,94

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F a 5%.

Missio et al. (2009) no experimento anteriormente descrito não observou efeito dos níveis de concentrado para a proporção, em relação ao peso de abate, de cabeça (3,31%) couro (10,52%), testículos (0,12%), pulmões (0,94%), fígado (1,18%), rins (0,19%) e rúmen-retículo (1,51%). No entanto, obtiveram comportamento linear crescente conforme a inclusão de concentrado na dieta para as proporções de patas (1,72 e 1,92%), coração (0,35 e 0,40%), baço (0,31 e 0,38%) e intestinos (0,86 e 1,82%). E comportamento quadrático para as proporções de omaso e abomaso (0,3; 0,37; 0,61; 0,51 %), que foram iguais conforme os níveis. Os resultados de aumento de proporção de coração apresentaram correlações positivas com o consumo de matéria seca e energia digestível. Os aumentos de proporção de baço foram correlacionados com o consumo de energia digestível e diminuição na gordura do abomaso. De modo geral, o aumento dos níveis de concentrado não influenciaram na proporção de componentes externos e órgãos vitais dos novilhos ao abate, porém, aumentaram linearmente a proporção de trato gastrointestinal e gordura interna.

Segundo Ferrel et al. (1976), o tamanho de fígado, rins e baço pode aumentar quando ocorre o consumo de maior concentração de nutrientes, principalmente energia e proteína,

pois são órgãos que participam ativamente no metabolismo destes nutrientes.

Ferreira et al. (2000), avaliaram o efeito de níveis de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5 e 75 %) nas características da carcaça e dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça de bovinos em confinamento e não observaram efeito sobre o rendimento de carcaça, peso e proporção de coração e pulmão. Porém, observaram efeito linear crescente com o aumento de concentrado na dieta para os pesos e proporções de fígado, rim, baço, abomaso, intestino delgado e grosso, e gordura interna. Houve efeito linear decrescente para o peso e proporção de omaso e conteúdo de trato gastrintestinal. Ocorreu comportamento quadrático para peso e proporção de retículo-rúmen, observando menores valores em torno de 45% de concentrado. Segundo os autores, a ausência de efeitos do maior aporte de concentrado sobre a melhoria de rendimento das carcaças pode ser explicado em partes pelo fato que, apesar dos animais terem apresentado menor conteúdo de trato gastrintestinal houve aumento de peso em alguns órgãos internos, exercendo efeito de compensação.

Apesar de não ter sido mensurado o peso do conteúdo gastrintestinal neste trabalho, não houve variação entre peso e proporção em rúmen-retículo cheio e vazio, abomaso e intestinos cheios entre os tratamentos.

Ribeiro et al. (2001) avaliaram o efeito de níveis crescentes de concentrado para bovinos de raça leiteira abatidos entre 5 e 7 meses de idade e peso médio de 194 kg, verificaram que o peso do coração se adequou melhor na equação de regressão quadrática positiva, os autores associaram o aumento dos órgãos internos ao acréscimo do consumo de energia e ao aumento do peso de sangue.

Foi observada apenas diferença numérica de 14% de aumento na proporção de fígado ( $P=0,13$ ) em animais da dieta 100% concentrado. Neste estudo não foram relatadas ocorrências de abscesso hepático em ambos os tratamentos. Silva (2009), em dieta semelhante, também não observou a ocorrência de abscessos hepáticos, e considerou o fato como incomum, já que os animais receberam dietas rapidamente fermentáveis no rúmen. Nagaraja (2007) infere que em condições favoráveis, como baixo pH, certos microorganismos como o *Aspergillus* spp. ou o *Fusobacterium necrophorum* invadem o epitélio ruminal e causam ruminites, e à partir da parede ruminal principalmente o *Fusobacterium necrophorum* pode entrar na circulação portal, alcançar o fígado e causar abscessos.

Por ocasião do abate, constatou-se que a alimentação com 100% de concentrado com grãos de milho promoveu clareamento do epitélio ruminal e aumento visual das dimensões

das papilas. Segundo Nagaraja (2007), períodos prolongados com alimentações ricas em cereais e com forragens inadequadas podem causar ruminite aguda, crônica ou sub-clínica, sendo esta última também chamada de paraqueratose ruminal, onde, as papilas ruminais se tornam escuras, maiores, grossas, irregulares e comprimidas umas contra as outras.

Vance et al. (1972) avaliando as características ruminais promovidas pela dieta 100% concentrado comparativamente a dietas de alto concentrado com níveis de inclusão de silagem de milho (0, 17, 23, 37, 48 e 59%), classificaram que a dieta 100% concentrado apresenta papilas mais claras, e que as mesmas escurecem com o aumento no nível de forragem. Não observaram diferença no comprimento das papilas, mas evidenciaram papilas mais largas que as provindas de 48 e 59% de forragem, e assim, classificaram que a dieta 100% concentrado promove maior aglomeração de papilas comparando com dietas com forragem. Não foram observadas áreas de descamação de epitélio ruminal nos tratamentos, e houve relato que 1 de 10 animais da dieta 100% concentrado apresentou abscesso hepático.

De acordo com Restle et al. (2005) o peso do couro é influenciado pelo peso de abate e pelo grupo genético dos animais, podendo ocorrer decréscimo ou acréscimo em seu peso quando expresso em relação ao peso de corpo vazio, com o aumento no peso de abate dos animais. Os autores observaram efeito linear crescente do peso do couro com o peso de abate, porém, quando expresso em relação ao peso de abate não apresentaram diferenças.

Para o frigorífico, o peso absoluto do couro, como da língua, diafragma, retículo-rúmen, rabo, fígado, coração e rins são importantes, uma vez que representa maior receita por unidade comercializada. Pacheco et al. (2005) ponderam que, para o frigorífico, seria mais vantajoso o abate de animais mais pesados, que, conseqüentemente, gerariam maiores pesos absolutos das partes não-integrantes da carcaça.

Nos últimos anos tem-se dado maior ênfase aos chamados componentes não-integrantes da carcaça, principalmente aos tecidos externos (couro) e membros (cabeça, pernas e patas), explicado pela maior valorização destes produtos pela indústria beneficiadora do couro e de fabricação de rações, e também por estarem associados ao rendimento da carcaça (KUSS et al., 2008). A cabeça é desossada e a carne destinada principalmente à produção e comercialização na forma de carne moída, produção de embutidos e alimentos processados (MISSIO et al., 2009).

#### 6.4. Conclusões

A alimentação de novilhos confinados com 100% de concentrado na ração comparativamente a uma dieta convencional com fonte de volumoso não surtiu efeito de melhoria no rendimento e peso de carcaça. Porém, promoveu aumento no perímetro de braço e redução, numérica, em 1 mm na cobertura de gordura, sendo sugestivo de promover carcaças com maior grau de musculosidade.

A dieta com 100% de concentrado resultou em aumentos de 84% no peso do baço e 12% no peso do couro. Já nos valores dos componentes do corpo não-integrantes da carcaça expressos em relação ao peso de abate, os animais alimentados com 100% de concentrado apresentaram 79% a mais de proporção de baço frente aos alimentados com volumoso.

#### 6.5. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. 1995. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

BOLSEN, K.K. Silage Technology. In: AUSTRALIAN MAIZE CONFERENCE, 2., 1996, Queensland. **Proceedings...** Queensland: Gatton College, 1996. p.1-30.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 4 de maio de 2004. **Diário Oficial da União** [online], publicado em 5 de maio de 2004, seção 1, p. 3. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7277>>. Acesso em: 02/02/2012.

CHURCH, D.C. **El Ruminant: fisiologia digestiva y nutricion**. Ed. Acribia. Zaragoza, 1993. 630p.

CUMBY, J. Visceral organ development Turing restriction and re-alimentation. In: CANT, J. (Ed.) **COURSE IN RUMINANT DIGESTION AND METABOLISM – ANSC 6260, 2000**, Guelph. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 2000, p.23-29.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MUNIZ, E.B.; VERAS, A.S.C. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos f1 simental x nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 2000.

FERREL, C.L.; GARRET, W.N.; HINMAN, N. Estimation of body composition in pregnant and non pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, v.42, n.5, p.1158-1166, 1976.

FREITAS, A.K.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; PADUA, J.T.; LAGE, M.E.; MIYAGI, E.S.; SILVA, G.F.R. Características da carcaça de bovinos nelore inteiros VS castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1055-1062, 2008.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D. C, [s.n.], **Agricultural Handbook**, p.379, 1970.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

KATSUKI, P.A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 55p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

KUSS, F.; BARCELLOS, J.O.J.; LÓPEZ, J. Componentes não-integrantes da carcaça de novilhos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1829-1836, 2008.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. London: Cambridge University. 330 p., 1997.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MACEDO, M.P.; BASTOS, J.F.P.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; RESENDE, F.D.; FIGUEIREDO, L.A.; RODRIGUES NETO, A.J. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1610-1620, 2001.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; PIZZUTI, L.A.D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.667-676, 2010.

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; SEGABINAZZI, L.R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1610-1617, 2010.

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S.; SILVEIRA, M.F.; SILVA, V.S. Partes não-integrantes da carcaça de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.906-915, 2009.

MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos**. 2 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987.31p.

NAGARAJA, T.G. Saúde Ruminant. In: **FIRST BRAZILIAN RUMINANT NUTRITION**

CONFERENCE – RUMEN HEALTH, 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2007. p.9-24.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals.** 7th.ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 90p.

PACHECO, D.M.C.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. Características das partes do corpo não-integrantes da carcaça do novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1278-1690, 2005.

PATTERSON, D.C.; STEEN, R.W.; KILPATRICK, D.J. Growth and development in beef cattle. 1. Direct and residual effect of plane of nutrition during early life on components of gain and food efficiency. **Journal of Agriculture Science**, v.124, n.1, p.91-100, 1995.

RESTLE, J.; EIFERT, E.C.; ALVES FILHO, D.C., BRONDANI, I.L. Características da carcaça de novilhos terminados com diferentes níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

RESTLE, J.; MENEZES, L.F.G.; ARBOITTE, M.Z.; PASCOAL, L.P.; PACHECO, P.S.; PÁDUA, J.T. Características das partes não-integrantes da carcaça de novilhos 5/8nelore 3/8charolês abatidos em três estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1339-1348, 2005.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVEZ FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; OLIVEIRA, A.N.; FATURI, C.; ARBOITTE, M.Z. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1076-1083, 2001.

RIBEIRO, T.R.; PEREIRA, J.C.; LEÃO, M.I.; OLIVEIRA, M.V.M.; QUEIROZ, A.C.; CECON, R.; MELO, R.C.A. Tamanho de órgãos e vísceras de bezerros holandeses, para produção de vitelos, recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2163- 2168, 2001 (supl.).

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: statistics.** 4.ed. Version 6. Cary, North Caroline, v.2, 1993. 943p.

SIGNORETTI, R.D.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros da raça holandesa alimentados com dietas contendo níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.195-204, 1999.

SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V.; VELOSO, C.M.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; SILVA, P.A.; GALVÃO, R.M. Desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1849-1864, 2002.

SILVA, H.L. **Dietas de alta proporção de concentrado para Bovinos de corte confinados.** 2009. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p. (Boletim técnico, n.5).

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

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

VANCE, R.D.; PRESTON, R.L.; KLOSTERMAN, E.W.; CAHILL, V.R. Utilization of whole shelled and crimped corn grain with varying proportions of corn silage by growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.35, n.3, p.598-605, 1972.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Características de carcaça e da carne de novilhos hereford terminados em confinamento com diferentes fontes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.230-238, 2005.

WOODY. H.D.; FOX, D.G.; BLACK, J.R. Effect of diet grain content on performance of growing and finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.3, 1983.

## 7. CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE SISTEMAS DE TERMINAÇÃO DE NOVILHOS EM CONFINAMENTO UTILIZANDO A CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES FORMAS E COMO BASE PARA A ALIMENTAÇÃO

### Resumo

As épocas de baixa remuneração pelo milho desestimulam seu cultivo e comercialização, se faz necessária a busca por alternativas que ajudem o produtor agregar valor ao produto, como transforma-lo em carne por exemplo. A utilização dos dejetos de bovinos confinados na adubação pode melhorar a fertilidade dos solos, reduzir custos com fertilizantes químicos e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas. O objetivo foi avaliar a exportação dos macronutrientes do solo pela cultura do milho colhida como forragem ou grãos; posteriormente foram empregadas duas dietas para bovinos de corte confinados, uma a base de grãos e outra de silagem, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% concentrado: milho grão inteiro (80%) + núcleo proteico (20%), “*ad libitum*” e T<sub>2</sub> – 55% de concentrado + silagem de milho “*ad libitum*”, para mensurar o potencial de retorno dos nutrientes para o solo via esterco; e por fim foi realizada a análise econômica dos sistemas de alimentação. Os sistemas de produção apresentaram-se matematicamente sustentáveis quanto ao saldo de nutrientes no solo considerando a adubação com os esterco, exceto para o K no sistema de alimentação com silagem que apresentou déficit de 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, devido à alta exportação pela colheita da forragem e baixa aplicação na adubação da cultura, a qual foi ajustada segundo a recomendação para produção de grãos. Na análise de custos de produção da silagem de milho, o fator perdas de matéria seca e reposição dos nutrientes extraídos elevaram 39% o custo, onde apenas a reposição de nutrientes extraídos além dos fornecidos à cultura acresceu 19% o custo. A alimentação com dieta 100% concentrado apresentou receita líquida por animal 65% maior que a dieta convencional com silagem de milho. Porém, na receita líquida por unidade de área, a alimentação com silagem de milho atingiu receita 31% superior à alimentação com grãos, devido ao maior número de animais terminados. A maior receita líquida por área foi obtida com o sistema de forrageamento e alimentação com silagem (5.765,11 R\$ ha<sup>-1</sup>), seguida pela colheita de grãos para o fornecimento de dieta 100% concentrado (4.395,30 R\$ ha<sup>-1</sup>), já a menor receita foi obtida com a venda do milho em grãos (1.021,29 R\$ ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** esterco bovino, custos de produção, dieta 100% concentrado, silagem

## 7.1. Introdução

Nos sistemas de produção intensiva de carne bovina, a cultura do milho é caracterizada como fonte de alimento fundamental. Isto se deve ao seu alto teor energético e elevada produtividade de energia digestível por unidade de área. Além de apresentar versatilidade quanto à forma de utilização, podendo ser fornecida como grãos, representando os alimentos concentrados, ou na forma de forragem, tornando-se um alimento misto.

O confinamento tem possibilitado ampliar taxas de crescimento corporal e redução da idade de abate, gerando com isso reflexos positivos na taxa de desfrute e maior giro de capital. Para tanto, torna-se necessário preconizar a utilização de forragens conservadas de qualidade superior, associada a alimentos concentrados, e animais de alto potencial genético, a fim de garantir melhor desempenho e qualidade de carcaça (PEREIRA et al., 2011).

Katsuki (2009) infere que nos últimos anos, nos grandes confinamentos do Brasil, maiores quantidades de grãos de cereais vêm sendo utilizados como principal fonte de energia, onde, dietas típicas de acabamento com alta proporção de volumoso estão dando lugar às dietas de alta proporção de concentrado (70 a 90%). A maior densidade energética das rações contribui com fatores como facilidade de transporte, estocagem e misturas de alimentos, redução do tempo de confinamento, mão-de-obra e desperdícios de alimentos, os quais têm conduzido à adoção de dietas de alto concentrado em oposição às dietas de menor densidade energética advindas das forragens.

Considerando que o valor nutricional é mais previsível em grãos do que em forragens, a maior utilização de concentrado permite aos produtores terminar bovinos de maneira consistente e uniforme com menor logística. O maior entrave encontrado pelas grandes operações de terminação em confinamento é justamente o processo de confecção e conservação dos alimentos volumosos, que demandam de maior planejamento, elevados custos operacionais e alta dependência de fatores climáticos (SILVA, 2009).

Analisando os indicadores de preços pagos pelo milho em âmbito nacional, é possível constatar que a remuneração aos produtores passa por períodos de oscilação, onde em alguns anos é possível obter receitas satisfatórias, porém, ocorrem épocas em que a baixa remuneração torna-se um fator desestimulador ao cultivo e comercialização do milho, (CEPEA – ESALQ/USP, 2011). Essa instabilidade instiga a busca por alternativas que auxiliem o produtor a agregar valor a “commoditie”, ou seja, corroborar a possibilidade de transformação do produto agrícola (grão) em produto pecuário (carne).

Neste sentido, recentemente nas engordas de bovinos em confinamento têm-se observado a utilização de dietas com pouca ou até mesmo isenta participação de forragens, constituídas totalmente de alimentos concentrados. Prática normalmente evidenciada em épocas de maior acessibilidade de preço dos componentes da ração, que na grande maioria das vezes se constitui de grãos de milho.

Embora para muitos pecuaristas represente novidade, a tecnologia é praticada desde a década de 70 nos países norte-americanos. Já no continente sul-americano é mais explorada em países vizinhos como a Argentina, onde é utilizada amplamente por questões climáticas que impossibilitam a produção constante de volumosos, porém, o milho é de baixo custo e abundante, o que possibilita o confinamento de novilhos de tenra idade e baixo peso, visando poupar matrizes de morte por inanição pela escassez de forragem (GRANDINI, 2009).

Além disso, o produtor que trabalha com sistema de integração lavoura-pecuária encontra maior versatilidade na utilização deste tipo de dieta. Por exemplo, quando se cultiva o milho, a colheita na forma de grãos permite que o produtor trabalhe com especulações de mercado como estratégia de obter melhor remuneração, ou seja, tendo a oportunidade de faturar o milho em forma de grãos ou transforma-lo em carne conforme a melhor rentabilidade do momento, estratégia impossibilitada quando a cultura é colhida para silagem. A colheita da cultura como forragem promove imobilização prolongada do capital, o qual também está fadado a um destino provável, a alimentação animal.

Quando se trabalha com sistemas integrados, outro fator a ser considerado é o manejo dos dejetos gerados. A utilização de resíduo orgânico como o esterco, disponível em grande quantidade em propriedades que possuem sistema de confinamento, pode propiciar diminuição nos custos de produção pela substituição aos adubos químicos, demonstrando maior ou igual eficiência de resposta em relação ao adubo químico (SILVA et al., 2010).

O objetivo do trabalho foi promover uma análise econômica de dois sistemas de terminação de novilhos em confinamento, utilizando dieta a base de grãos de milho ou a base de silagem de milho, e mensurar o fluxo e saldo final de macronutrientes no solo com a colheita do milho para forragem ou grãos, considerando a reposição pela adubação com o esterco gerado de cada dieta.

## **7.2. Material e Métodos**

### **7.2.1. Local experimental e dados meteorológicos**

O trabalho foi realizado no Núcleo de Produção Animal – NUPRAN da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO no município de Guarapuava – PR, situado na zona subtropical do Paraná (MAACK, 2002), sob as coordenadas geográficas 25°23'02" de latitude sul e 51°29'43" de longitude oeste e 1.026 m de altitude.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o temperado de altitude – Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), com verões amenos e inverno moderado, sem estação seca definida e com geadas severas. Caracterizado por temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9% (IAPAR, 2000). Os valores médios de precipitação, temperatura e insolação normal esperada e a ocorrida no período de cultivo do milho estão apresentados na Tabela 3.

### **7.2.2. Objetivos específicos e tratamentos efetuados**

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar exportação dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) do solo pela cultura do milho com a finalidade de ensilagem ou colheita de grãos, sendo os tratamentos: T<sub>1</sub>: milho colhido como forragem para produção de silagem e T<sub>2</sub>: milho para grãos na maturidade fisiológica. Sequencialmente, os alimentos produzidos (milho grão ou silagem de planta inteira) foram fornecidos a novilhos de corte em fase de terminação em confinamento tratados com diferentes sistemas de alimentação, os quais visaram fornecer em cada dieta elevada quantidade dos derivados de milho sem restringir as exigências nutricionais dos animais. O experimento teve por objetivo mensurar o consumo de alimentos, características quantitativas da carcaça, produção de macronutrientes no esterco e análise econômica de novilhos de corte terminados em confinamento com distintas dietas, onde: T<sub>1</sub> – dieta com 100% de concentrado: milho grão inteiro (80%) + núcleo proteico, vitamínico e mineral peletizado (20%), “*ad libitum*”; e T<sub>2</sub> – 5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de planta inteira de milho “*ad libitum*”, constituindo-se de um tratamento controle amplamente utilizado em confinamentos da região.

A escolha dos tratamentos deu-se a partir da visualização de duas maneiras de utilização da cultura do milho em sistema de terminação confinada de bovinos de corte. Na maioria dos casos, efetua-se a colheita de forragem para a confecção de silagem de planta

inteira de milho para utilização em dietas de confinamento, ração mais tradicionalmente praticada na região, onde a silagem compõe ao redor de 40 a 60% da alimentação dos animais. Em outra situação, pode-se colher apenas grãos para o fornecimento a bovinos em confinamento, podendo representar cerca de 80% da ração, caracterizada como dieta 100% concentrada, a qual recentemente tem sido utilizada pelos produtores devido à viabilização econômica obtida em períodos de baixa remuneração pelo milho. Ou até mesmo, de acordo com a situação de mercado, faturar o milho em forma de grãos.

### 7.2.3. Condução e avaliações das lavouras

Foram implantados 2 hectares de área experimental do híbrido simples SG-6010, de caráter granífero-silageiro, ciclo precoce, textura semiduro e de porte médio, onde 1 hectare foi destinado à produção de silagem de planta inteira e 1 hectare para colheita de grãos. A gleba plantada foi subdividida em 6 parcelas com 40 linhas de cultivo cada, totalizando área de 2.880 m<sup>2</sup> (32 x 90 m) por parcela e com 5 m de bordadura nas extremidades da área total.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Típico (POTT et al., 2007), e em ocasião antecipada ao plantio apresentou as seguintes características químicas (perfil de 0 a 20 cm): pH CaCl<sub>2</sub> 0,01M: 4,7; P: 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO: 2,62%; Al<sup>3+</sup>: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>: 5,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 5,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 5,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e saturação de bases (V%): 67,3%.

A implantação da cultura foi efetuada uniformemente para ambos os tratamentos na segunda quinzena do mês de outubro, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de 5 sementes por metro linear visando obter população final de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Por ocasião do plantio, realizou-se a adubação de base com 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 08-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). A adubação de cobertura com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia (45-00-00) foi realizada quando as plantas apresentaram quatro folhas expandidas, conforme as recomendações de adubação para cultura do milho para colheita de grãos do Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2004).

Antecipadamente ao plantio a área foi dessecada com herbicida a base de *Glifosato* (produto comercial Roundup Original<sup>®</sup>: 3,0 L ha<sup>-1</sup>), no manejo da cultura até 30 dias após emergência das plantas foram aplicados herbicida a base de *Atrazina* (produto comercial Atrazina Atanor<sup>®</sup>: 4,0 L ha<sup>-1</sup>), óleo mineral (produto comercial Assist<sup>®</sup>: 1,0 L ha<sup>-1</sup>) e

inseticida do grupo químico *Piretróide* (produto comercial Karate Zeon 50CS<sup>®</sup>: 150 mL ha<sup>-1</sup>).

#### **7.2.4. Colheita dos tratamentos e avaliação da exportação de nutrientes do solo**

O corte das parcelas para confecção das silagens ocorreu quando a lavoura encontrava-se em estágio fenológico de grão farináceo a duro (R5) aos 123 dias após a emergência das plantas. A forragem produzida foi colhida e processada com o auxílio de uma ensiladeira marca JF-Z10<sup>®</sup> regulada para picagem das plantas a um tamanho de partícula médio entre 8 e 12 mm e altura de corte entre 15 e 20 cm. O material original colhido foi transportado e depositado em 3 silos do tipo trincheira construídos em local propício a ocorrência do ótimo processo fermentativo, com paredes e pisos de concreto, medindo 1,75 m de largura, 1,2 m de altura e 10 m de comprimento, onde procedeu-se a compactação da massa para a expulsão do oxigênio com um trator, e posteriormente os silos foram vedados e protegidos com lona de polietileno dupla face de 150  $\mu$ . Por ocasião da ensilagem, determinou-se a produção de matéria verde (MV) e seca (MS).

A colheita dos grãos foi realizada aos 134 dias após emergência das plantas, estando a lavoura em estágio fenológico de grãos plenamente duros (R6), de forma manual com posterior debulha das espigas por meio de uma trilhadeira estacionária, sequencialmente, efetuou-se a secagem, limpeza, ensaque e armazenamento para posteriormente serem fornecidos na alimentação dos animais.

Nas amostras de forragem e grãos, realizou-se a determinação do teor de N, P, K, Ca e Mg de acordo com a metodologia descrita pelo manual de Análise de Solo, Planta e Outros Materiais (TEDESCO et al., 1995). A concentração dos nutrientes foram ponderadas pela produção de MS por hectare para o cálculo da quantidade de nutrientes exportados do solo conforme o tratamento.

#### **7.2.5. Avaliações de desempenho, produção de nutrientes no esterco e características da carcaça dos novilhos conforme o tipo de alimentação**

O experimento teve duração de 98 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas e instalações experimentais, resultando em 84 dias de avaliações. As instalações foram constituídas de 10 baias de confinamento, semi-cobertas, com área de 15 m<sup>2</sup>, possuindo um comedouro de concreto e um bebedouro metálico regulado por bóia automática. Utilizou-se

20 novilhos inteiros, da raça Canchim, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de 12 meses e peso vivo médio inicial de 365 kg com desvio padrão de 5 kg, vermifugados e equilibrados por peso e condição corporal para cada tratamento, onde cada animal representou uma unidade experimental.

O manejo alimentar foi realizado 2 vezes ao dia, às 6:00 e às 17:00 horas, e o consumo voluntário dos alimentos foi registrado diariamente através da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior. De mesma forma, o ajuste no fornecimento da quantidade de alimentos no tratamento com dieta 100% concentrado foi realizado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida. Já o ajuste no fornecimento dos alimentos no tratamento com silagem de milho e concentrado foi realizado de maneira que o fornecimento de silagem de milho foi regulado diariamente (*ad libitum*), considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, porém, a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi constante do início ao fim do confinamento, independente do nível de consumo do volumoso. Esta prática permitiu relação volumoso:concentrado de 40:60 no início do confinamento e de 52:48 ao período final de confinamento.

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (1996) para atenderem às exigências de ganhos diários de 1,5 kg de peso vivo. Na Tabela 12 encontram-se os teores de nutrientes nas dietas e as relações volumoso:concentrado conforme os períodos. A real relação volumoso:concentrado obtida com o manejo de trato, ao final, apresentou média de 47:53.

As misturas de alimentos concentrado, núcleo proteico da dieta 100% concentrado e concentrado da dieta com silagem, foram elaboradas na fábrica de rações comerciais da Cooperativa Agrária Agroindustrial localizada no distrito de Entre Rios em Guarapuava - PR. Na preparação dos alimentos concentrados utilizaram-se os seguintes ingredientes: farelo de soja, casca de soja, farelo de trigo, radícula de malte, cevada, grãos de milho moídos, gérmen de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico, uréia pecuária, premix vitamínico e mineral, sal comum e monensina sódica. O núcleo proteico utilizado na dieta 100% concentrado apresentou teores médios percentuais de MS de 90,22%, proteína bruta (PB) de 32,01%, extrato etéreo (EE) de 2,34%, fibra bruta (FB) de 7,54%, fibra em detergente neutro (FDN) de 22,20%, fibra em detergente ácido (FDA) de 11,08%, matéria mineral (MM) de 14,72%, cálcio (Ca) de 2,50%, fósforo (P) de 1,0%, potássio (K) de 1,42% e magnésio (Mg) de 0,44%, com base na matéria seca total. Já a mistura concentrada utilizada para compor a dieta com

silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 89,20% de MS, PB de 19,00%, EE de 3,95%, FB de 9,00%, FDN de 28,66%, FDA de 13,15%, MM de 7,34%, Ca de 1,20% e P de 0,50%, K de 0,77%, e Mg de 0,34%, com base na matéria seca total.

A silagem de milho apresentou teores médios percentuais de 33,11% de MS, PB de 7,74%, EE de 3,03%, NDT de 65,83%, FDN de 50,70%, FDA de 31,43%, MM de 3,74%, Ca de 0,17% e P de 0,18%, K de 0,81%, e Mg de 0,18%, com base na matéria seca total.

A avaliação das produções de esterco dos animais foi realizada em 2 períodos contínuos de 72 horas, sendo o primeiro na fase inicial do confinamento (aproximadamente 21 dias), e o segundo na fase final do confinamento (aproximadamente 63 dias), ambos com início às 0:00 horas no primeiro dia e término às 23:59 horas do terceiro dia de avaliação, onde procedeu-se a coleta total do esterco. Para as coletas, as instalações foram previamente higienizadas visando evitar contaminação das amostras, e foram realizadas por 10 colaboradores por turno, durante 72 horas, em sistema de revezamento a cada 6 horas. Foi recolhida a produção total de fezes de cada animal no momento da eliminação da excreta, as quais foram pesadas e amostradas em cada turno de 6 horas, e posteriormente armazenadas sob refrigeração em sacos plásticos individuais devidamente identificados. Ao fim do período de 72 horas, as fezes de cada unidade experimental foram homogeneizadas para a formação de uma nova amostra composta representativa dos 3 dias de avaliação.

Nas amostras foram analisados os teores de N, P, K, Ca e Mg de acordo com a metodologia descrita pelo manual de Análise de Solo, Planta e Outros Materiais (TEDESCO et al., 1995). Para cálculo da quantidade de nutrientes repostos ao solo conforme o tratamento, as concentrações dos nutrientes foram ponderadas pela quantidade de MS de esterco gerado a partir do consumo dos alimentos produzidos por hectare.

Ao final do período de confinamento, obedecendo a um jejum de sólidos por 12 horas, os animais foram pesados no carregamento para o frigorífico, obtendo-se o peso vivo final. Os abates seguiram o fluxo normal de um abatedouro, onde se aferiu os pesos e rendimento de carcaça. Os animais foram abatidos em um abatedouro comercial localizado a 5 km de distância do local onde foi conduzido o experimento, em conformidade com as normas de bem estar animal e ética para o abate de bovinos.

O experimento foi conduzido atendendo os princípios de bem estar animal e ética com animais experimentais. Antecipadamente, o projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, instituição

onde foi realizado o trabalho.

### 7.2.6. Análise econômica dos sistemas

Para compor a análise de custos, por motivos ilustrativos e de maior representatividade dos resultados, realizou-se um levantamento dos componentes de custo com dados médios praticados no estado do Paraná. Na contabilização dos valores gastos com despesas de custeio da lavoura como operação com máquinas, mão-de-obra fixa e temporária, valor das sementes, gastos com agrotóxicos e despesas com armazenamento dos grãos foram considerados os resultados das estimativas de custo de produção do milho de alta tecnologia, produtividade de  $7.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , para a safra de verão 2011/2012 no estado do Paraná (CONAB, 2011a). No entanto, os valores agregados aos gastos com fertilizantes utilizados na adubação de base (08-30-20;  $1.222,64 \text{ R\$ Mg}^{-1}$ ), adubação de cobertura (45-00-00;  $961,47 \text{ R\$ Mg}^{-1}$ ), foram obtidos pela média anual praticada nos anos de 2009, 2010 e 2011, conforme consulta nos indicadores da agropecuária da CONAB (2011b).

As despesas de colheita e transporte dos grãos foram computadas com valores da planilha de preços pagos pelos produtores no estado do Paraná (SEAB, 2011), considerando o serviço de colheita mecanizada de milho com colhedora automotriz pelo custo de  $1,64 \text{ R\$ sc}^{-1}$  colhida, e transporte da safra pelo custo do transporte de cereais diversos a granel em um raio de 30 km no valor de  $18,44 \text{ R\$ Mg}^{-1}$ .

Já para as despesas de colheita e armazenagem do milho em forma de forragem consideraram-se os coeficientes técnicos do processo segundo EMBRAPA (2003). Os valores pagos pelos serviços foram computados conforme a SEAB (2011), sendo que para a ensilagem de 1 hectare de forragem de milho são necessários: 3,88 horas de serviço de trator (71 a 86 HP) e ensiladeira de uma linha para corte e picagem com custo de  $80,13 \text{ R\$ hora}^{-1}$ ; 8,0 horas de serviço de trator (50 a 70 HP) para transporte da forragem picada, distribuição no silo e compactação custando  $63,02 \text{ R\$ hora}^{-1}$ ; 4,74 dias homem<sup>-1</sup> de trabalho para descarga e distribuição da forragem, auxílio no campo e ao tratorista com o custo de  $42,69 \text{ R\$ dia}^{-1}$  de serviço de um trabalhador temporário volante;  $70 \text{ m}^2$  de lona dupla face de  $150 \mu$  com preço médio regional de  $1,60 \text{ R\$ m}^{-2}$ .

Na análise de custos propriamente dita, realizaram-se cálculos de custo da produção em reais por hectare ( $\text{R\$ ha}^{-1}$ ), custo por megagrama produzida de grãos e de MS de forragem ( $\text{R\$ Mg}^{-1}$ ). Também, foram desenvolvidos fatores de correção no custo para computar as

perdas nos processos de produção e a quantidade de nutrientes exportados a mais, além dos fornecidos via adubação de base e cobertura, resultando em saldo negativo no solo pelas diferentes formas de colheita.

Para o tratamento colheita de grãos, foi acrescido ao custo por megagrama o valor de 9% de perdas pela colheita mecanizada e transporte dos grãos, sendo as perdas médias considerada pela EMBRAPA (2010) entre 8 e 10%. Já nas perdas contabilizadas no custo por megagrama de MS de silagem produzida foi acrescido o valor de 14,51% de perdas, referente às perdas de matéria seca durante o processo fermentativo, encontrado por meio da realização da metodologia dos “bags” ensilados, descrita por Neumann (2006).

Simbolicamente, foram computados aos custos o valor que seria gasto para repor ao solo os nutrientes exportados acima das quantidades fornecidas pela adubação de base e de cobertura, obtidos pela diferença entre quantidade de nutrientes fornecidos nas adubações e quantidade de nutrientes exportados do solo pelas diferentes colheitas, de acordo com o teor de nutrientes encontrados nas análises dos tecidos vegetais. Para repor o balanço negativo no solo, ou seja, reposição da exportação de N em uréia (45% de N; 961,97 R\$ Mg<sup>-1</sup>) e exportação de K em cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O; 1.310,37 R\$ Mg<sup>-1</sup>) foram considerados os preços obtidos pela média anual praticada nos anos de 2009, 2010 e 2011, conforme consulta realizada nos indicadores da agropecuária da CONAB (2011b).

Para o cálculo da receita com a venda do milho e custo de oportunidade da silagem considerou-se o valor de 20,20 R\$ sc<sup>-1</sup> de 60 kg, obtido pela média de preços pagos aos produtores nos anos de 2009, 2010, 2011 informado pela Cooperativa Agrária Agroindustrial.

Na análise econômica da terminação de novilhos em confinamento, foram considerados valores obtidos de desempenho e características da carcaça apresentados pelos animais de cada tratamento. Para compor os custos com alimentação, foram considerados valores para silagem de 66,12 R\$ Mg<sup>-1</sup> e grão de milho de 224,51 R\$ Mg<sup>-1</sup>, na matéria natural (MN), obtidos pela análise de custeio das lavouras e processos de confecção dos alimentos, corrigidos para perdas, umidade e reposição dos nutrientes. Os valores referentes ao concentrado utilizado na dieta com silagem e núcleo proteico utilizado na dieta com grãos de milho foram informados pela Cooperativa Agrária Agroindustrial, sendo os preços de 475,65 R\$ Mg<sup>-1</sup> para o concentrado e 838,99 R\$ Mg<sup>-1</sup> para o núcleo proteico, computados por meio da média de preços de custos praticados nos anos de 2009, 2010, 2011. Nos valores referentes aos custos com animais e receita bruta do confinamento foi considerado o preço da arroba do

boi gordo de R\$ 83,50, obtido pela média praticada nos anos de 2009, 2010 e 2011 de acordo com a planilha de preços recebidos pelos produtores no estado do Paraná (SEAB, 2012).

Para o cálculo da receita possível de ser obtida com os nutrientes contidos nos esterco, ponderou-se a quantidade de nutrientes pela eficiência de disponibilização dos nutrientes. Teoricamente, 30% do N são disponibilizado no primeiro cultivo e 20% no segundo cultivo, o P é 80% no primeiro e 20% no segundo cultivo, e o K é 100% disponibilizado já no primeiro cultivo (CQFS RS/SC, 2004). Os nutrientes disponíveis foram transformados para valores monetários pelos equivalentes em uréia (45% de N; 961,97 R\$ Mg<sup>-1</sup>), superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 707,62 R\$ Mg<sup>-1</sup>) e cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O; 1.310,37 R\$ Mg<sup>-1</sup>). Preços obtidos pela média anual praticada nos anos de 2009, 2010 e 2011, conforme consulta realizada nos indicadores da agropecuária da CONAB (2011b).

### **7.2.7. Delineamentos experimentais e análises estatísticas**

O delineamento experimental da etapa de lavoura foi em blocos casualizados, composto por 2 tratamentos com 3 repetições, onde cada repetição constou de uma faixa de cultivo. As variáveis referentes à exportação de nutrientes do solo foram submetidas ao teste de comparação de médias “TESTE T” de Student (unilateral) a 5% de significância por intermédio do programa MICROSOFT OFFICE EXCEL<sup>®</sup>.

O delineamento experimental da etapa de fornecimento dos alimentos aos animais foi inteiramente casualizado, composto por 2 tratamentos com 5 repetições, onde cada repetição constou de uma baia de confinamento contendo dois novilhos, totalizando 10 unidades experimentais. Os dados de desempenho, características da carcaça, reposição de nutrientes pelo esterco e análise econômica foram submetidos à análise de variância com comparação de médias a 5% de significância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993).

### **7.3. Resultados e Discussão**

Na Tabela 20, encontram-se os valores referentes à produção total de MS e MV conforme o tipo de colheita da lavoura de milho, e produção de MV corrigida para umidade e perdas, sendo os valores contabilizados na análise econômica a produção de 8.843 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e 45.478 kg ha<sup>-1</sup> de MN de silagem de milho.

A partir dos valores de produção de cada tipo de alimento, foram calculadas as

produções totais de esterco por hectare, de acordo com a capacidade de suporte alimentar de cada tratamento, obtida através da aferição do consumo do alimento por animal no período total de confinamento. A alimentação de animais com dieta 100% concentrado com grãos de milho inteiros proporcionou produção de 1.862 kg de MS de esterco por hectare de milho consumido, enquanto que a alimentação com silagem de milho e concentrado proporcionou produção de 10.155 kg de MS de esterco por hectare de silagem consumida (Tabela 20).

**Tabela 20.** Produção de matéria natural (MN) e seca (MS) de forragem na ensilagem (R5), produção de grãos na maturidade fisiológica (R6) e produção de esterco conforme a capacidade de suporte alimentar dos sistemas de produção.

VARIÁVEIS	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
	MILHO GRÃO Dieta 100% concentrado <sup>1</sup>	MILHO FORRAGEM Dieta com silagem <sup>2</sup>
Produção de MS (kg ha <sup>-1</sup> )	8.600	17.613
Produção de MN (kg ha <sup>-1</sup> )	9.718 <sup>3</sup>	51.804
Produção de MN descontando perdas (kg ha <sup>-1</sup> )	8.843 <sup>4</sup>	45.478 <sup>5</sup>
Produção de MS de esterco (kg ha <sup>-1</sup> )	1.862	10.155

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

<sup>3</sup>Produção de grãos corrigida para 13% de umidade padrão.

<sup>4</sup>Considerando perdas de grãos de 9% entre colheita mecanizada e transporte (EMBRAPA, 2010).

<sup>5</sup>Considerando perdas de 14,51% de MS na fermentação, valor obtido pela avaliação de “bags” ensilados descrita por Neumann (2006) e corrigido para umidade (silagem com 33,11% de MS).

Conforme a Tabela 21, para ambos os sistemas de produção, implantou-se as lavouras de milho de iguais formas com 148 kg ha<sup>-1</sup> de N (base + cobertura), 105 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Foram observadas maiores exportações de macronutrientes do solo na área onde o milho foi colhido como forragem, em comparação a área onde foram colhidos apenas grãos, demonstrando a importância da cobertura de palha na ciclagem de nutrientes do solo.

No entanto, a utilização de silagem de milho para novilhos em confinamento proporcionou maior capacidade de retorno de macronutrientes ao solo contabilizando a adubação orgânica com o esterco produzido pelo consumo da silagem confeccionada por hectare (Tabela 21). Fator atribuído principalmente ao maior volume de esterco produzido, quando comparado ao volume de esterco de animais alimentados com grãos (Tabela 20).

Computando o saldo final de nutrientes no solo, os sistemas apresentaram potencial de enriquecimento da fertilidade do solo através da adubação com esterco, gerando saldo positivo de nutrientes, exceto para o K, que apresentou déficit na área de milho forragem. O saldo final de nutrientes no solo dos sistemas de produção de carne bovina com grãos de

milho ou silagem de milho foram, respectivamente, de 52,57 vs 182,97 kg ha<sup>-1</sup> de N, 126,06 vs 301,90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41,21 vs -30,40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 94,87 vs 198,54 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 4,48 vs 8,70 kg ha<sup>-1</sup> de MgO (Tabela 21).

**Tabela 21.** Fluxo de nutrientes do solo de dois sistemas de produção de novilhos em confinamento, sendo o milho colhido como grãos e compondo 80% da dieta ou colhido como forragem para fornecimento de 45% de silagem na dieta.

SISTEMAS DE PRODUÇÃO		FLUXO DE NUTRIENTES NO SOLO (kg ha <sup>-1</sup> )				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
MILHO GRÃO Dieta 100% concentrado <sup>1</sup>	Fornecido via adubação	148	105	70	-	-
	Exportação de nutrientes	154,80 b	55,35 b	35,24 b	14,79 b	15,12 b
	Saldo no solo pós-colheita	-6,80	49,65	34,76	-14,79	-15,12
	Reposição via esterco	59,37 B	76,41 B	6,46 B	109,66 B	19,61 B
	Saldo Final	52,57	126,06	41,21	94,87	4,48
MILHO FORRAGEM Dieta com silagem <sup>2</sup>	Fornecido via adubação	148	105	70	-	-
	Exportação de nutrientes	241,31 a	96,50 a	170,39 a	48,47 a	63,74 a
	Saldo no solo pós-ensilagem	-93,31	8,50	-100,39	-48,47	-63,74
	Reposição via esterco	276,28 A	293,40 A	69,99 A	247,01 A	72,44 A
	Saldo Final	182,97	301,90	-30,40	198,54	8,70

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Médias, seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste T a 5%.

Médias, seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Reina et al. (2010), avaliaram a produtividade de grãos de milho cultivados com diferentes doses de esterco bovino (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 Mg ha<sup>-1</sup>) e adubo químico (350 kg ha<sup>-1</sup> de 5-25-15 + 0,4% de Zn no plantio e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na adubação de cobertura), as doses 0 e 10 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino obtiveram médias de produção de grãos de 1.750 e 3.052 kg ha<sup>-1</sup> e não diferem estatisticamente entre si, contudo, foram inferiores as demais doses. As doses de 20, 30, 40, 50, 60 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 350 kg ha<sup>-1</sup> de adubo químico apresentaram produções de 5.309, 6.005, 6.036, 7.066, 6.076 e 5.575 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. A dose de 50 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino proporcionou produção 9% maior que a observada pela adubação química. Os autores concluíram que a utilização de esterco bovino é recomendada tanto para agricultores familiares como para grandes produtores, desde que, tenha disponibilidade de esterco e mão-de-obra para sua aplicação, pois a produção com 20 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco não diferiu da adubação com adubo químico, porém, pode apresentar redução no custo de produção.

Avaliando o efeito de doses de esterco líquido de bovinos de leite confinados (0, 15, 30, 45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) associado a adubação química (0, 50, 100% do recomendado para a cultura), Pauletti et al. (2008) observaram que a adubação com esterco proporcionou aumento de

16,3% nas produtividades de grãos de milho na dose máxima estimada de  $43,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

Konzen e Alvarenga (2009) demonstraram que a adubação do milho com  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco líquido de bovinos proporcionou produções de MV e MS de forragem e produção de grãos (23.616; 7.298;  $4.421 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente) superior a adubação com 100% da quantia recomendada para a cultura e sem aplicação de esterco (22.596; 7.141;  $4.306 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente). No entanto, observaram que as maiores produções foram obtidas com a aplicação de  $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco associado a 50% da quantia de adubo químico recomendado para a cultura (25.100; 8.158;  $5.482 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente).

A avaliação do fluxo de nutrientes é uma importante ferramenta para o monitoramento de safras. Quando utilizada em conjunto ao plano de aplicação de nutrientes pode ampliar os níveis de precisão da fertilização do solo e de plantas. Em um plano de agricultura sustentável, o balanço de entradas e saídas de nutrientes no sistema é importante para definir a economia da produção e os níveis de fertilidade do solo (HECKMAN et al., 2003).

A absorção de nutrientes pela cultura é dependente de fatores como a disponibilidade no solo, capacidade de absorção pelas plantas, clima, nível tecnológico e diversidade genética presente nos genótipos de milho atualmente comercializados (FERREIRA, 2009). Portanto, o fluxo de nutrientes é altamente variável em áreas de cultivo de milho.

Para se estabelecer um programa de adubação que garanta alta produtividade, lucratividade e preservação ambiental, é necessário fazer periodicamente a avaliação da fertilidade por meio da análise química e física. Como grandes quantidades de nutrientes são exportadas na colheita do milho para silagem, principalmente N e K, o acompanhamento da área mediante análise química deve ser feito anualmente, pois o teor de K no solo pode se reduzir drasticamente com poucos anos de cultivo (FRANÇA e COELHO, 2001).

Para tanto, é necessário que se pratiquem manejos diferenciados para fortalecimento e manutenção da fertilidade das glebas destinadas à produção de forragens. Coelho (2006) ressalta que dentre várias tecnologias passíveis de ser utilizadas destaca-se a conscientização da necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada.

Essa melhoria na qualidade dos solos está diretamente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui entre outras práticas os conceitos bases de produção agrícola, como a rotação de culturas, plantio direto, manejo da fertilidade por meio da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (esterços, compostos, adubação verde, etc.).

Martin et al. (2011), acrescentam ainda que além de incrementar as quantidades de nutrientes na adubação de base do milho para forragem, é essencial fazer rotação de culturas e não utilizar a mesma área por anos consecutivos para a produção de silagem, devido a não manutenção de cobertura de palha e susceptibilidade do terreno a ocorrência de erosão.

Com relação à adubação com dejetos de animais, sabe-se que a concentração de nutrientes no esterco bovino e suas taxas de liberação no solo são altamente variáveis conforme o tipo de alimentação principalmente. A quantidade de adubo orgânico a ser distribuída deve ser calculada de acordo com as exigências de nutrientes da cultura a ser implantada. Normalmente a dose é calculada pela fixação do nutriente em maior concentração no adubo, onde se determina a quantidade de esterco que supre as exigências da cultura por este nutriente (CQFS RS/SC, 2004).

Portanto, a prática de adubação com resíduos orgânicos não deve ser realizada indiscriminadamente, deve-se fazer um planejamento considerando a análise química do solo, exigências das culturas a serem implantadas e principalmente o teor de nutrientes no composto orgânico, o qual deve ser analisado.

Na análise de custos dos tipos de exploração da lavoura (Tabela 22), considerou-se que para despesas de custeio das lavouras houve o mesmo nível de investimento de 1357,73 R\$ ha<sup>-1</sup>. Para as despesas de colheita até a armazenagem foram considerados gastos de 627,75 R\$ ha<sup>-1</sup> na colheita de grãos e 1129,49 R\$ ha<sup>-1</sup> para a confecção da silagem, com isso, obteve-se custo de produção para a colheita de grãos de 1.985,46 R\$ ha<sup>-1</sup> e 204,31 R\$ Mg<sup>-1</sup> de grãos, já para a confecção da silagem o custo total foi de 2.487,21 R\$ ha<sup>-1</sup> e 141,21 R\$ Mg<sup>-1</sup> de MS.

Porém, quando se contabilizou as perdas médias possíveis de ocorrer no processo de colheita mecanizada e transporte de grãos (9%), de acordo com EMBRAPA (2010), o custo acresceu para 224,51 R\$ Mg<sup>-1</sup> de grãos. Na contabilização das perdas de MS de silagem, obtida por meio da metodologia dos “bags”, descontando o valor encontrado de 14,51% de perdas de MS no processo fermentativo, o custo da MS de silagem alcançou 165,18 R\$ Mg<sup>-1</sup>.

Além disso, conforme a Tabela 21, foi gerado um balanço negativo de nutrientes no solo após a colheita da forragem (N e K). Foi realizada uma simulação de reposição dos nutrientes exportados do solo além dos fornecidos pela adubação da cultura para incorporar aos custos de produção, de forma que na produção de silagem foram somados os valores de 199,47 R\$ ha<sup>-1</sup> referentes à uréia, 208,81 R\$ ha<sup>-1</sup> ao cloreto de potássio e 63,03 R\$ ha<sup>-1</sup> ao custo de distribuição dos fertilizantes. Estes valores são referentes ao déficit de 93,31 kg ha<sup>-1</sup>

de N e 100,39 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e como não ocorreram déficits significativos quando se colheu grãos, os custos de produção de grãos não se alteraram.

**Tabela 22.** Análise econômica do cultivo do milho para produção de grãos ou de silagem, contabilizando perdas durante os processos produtivos e reposição de nutrientes ao solo exportados além dos fornecidos pela adubação, valores representados pela produção de matéria seca (MS) e natural (MN).

COMPONENTES DO CUSTO	FORMAS DE COLHEITA	
	Grãos	Silagem
<b>Despesas de custeio da lavoura*</b>		
	(R\$ ha <sup>-1</sup> )	
Operação com máquinas	120,31	120,31
Mão-de-obra fixa e temporária	50,83	50,83
Sementes	255,42	255,42
Agrotóxicos	153,82	153,82
Adubação de base (08-30-20)	427,93	427,93
Adubação de cobertura (45-00-00)	349,42	349,42
<b>Despesas de colheita e armazenagem</b>		
	(R\$ ha <sup>-1</sup> )	
Colheita	266,71	-
Transporte (raio de 30 km)	179,26	-
Armazenagem	181,78	-
Corte e picagem (trator de 71 a 86 HP)	-	310,93
Transporte e compactação (trator de 50 a 70 HP)	-	504,21
Mão-de-obra (diarista serviços gerais)	-	202,35
Lona dupla face 150 µ (70m <sup>2</sup> )	-	112,00
<b>Análise de custos</b>		
Custo de produção (R\$ ha <sup>-1</sup> )	1.985,46	2.487,21
<sup>1</sup> Custo por megagrama produzida	204,31	141,20
<sup>2</sup> Custo corrigido para perdas (R\$ Mg <sup>-1</sup> )	224,51	165,18
<b>Reposição do déficit gerado (exportação de nutrientes)</b>		
Reposição de N em Uréia (R\$ ha <sup>-1</sup> )	-	199,47
Reposição de K <sub>2</sub> O em Cloreto de Potássio (R\$ ha <sup>-1</sup> )	-	208,81
Custo de distribuição dos fertilizantes ((trator de 50 a 70 HP) R\$ ha <sup>-1</sup> )	-	63,03
Custo corrigido para exportação de nutrientes (R\$ ha <sup>-1</sup> )	-	2.958,52
Custo corrigido para perdas e exportação (R\$ Mg <sup>-1</sup> )	-	196,48 <sup>1</sup>
Custo inicial da silagem na MN (R\$ Mg <sup>-1</sup> )	-	48,01
<sup>3</sup> Custo corrigido para perdas e exportação da silagem na MN (R\$ Mg <sup>-1</sup> )	-	65,06
<sup>2</sup> RECEITA BRUTA (R\$ ha <sup>-1</sup> )	3.006,75 <sup>4</sup>	
<sup>2</sup> RECEITA LÍQUIDA (R\$ ha <sup>-1</sup> )	1021,29	
<sup>2</sup> Custo de oportunidade da silagem na MS (R\$ Mg <sup>-1</sup> )		199,69
<sup>3</sup> Custo de oportunidade da silagem na MN (R\$ Mg <sup>-1</sup> )		66,12

\*Resultados obtidos, conforme o tipo de colheita, de lavouras cultivadas sob mesmas condições de manejo.

<sup>1</sup>Grãos: valor calculado pela produção corrigida para 13% de umidade; Silagem: produção de matéria seca.

<sup>2</sup>Perdas = Grãos: 9% de perdas entre colheita e transporte; Silagem: perdas de 14,51% de MS na fermentação.

<sup>3</sup>Valor corrigido para perdas e umidade da silagem (33,11% de MS)

<sup>4</sup>Considerando preço de comercialização de R\$ 20,20 saco<sup>-1</sup> de 60 kg.

Sendo assim, o custo de produção da silagem corrigido para a reposição dos nutrientes exportados do solo a mais de que os fornecidos pela adubação da cultura foi de 2.958,52 R\$ ha<sup>-1</sup>. Já, ao contabilizar as perdas de MS e reposição de nutrientes o custo da MS da silagem

se elevou para 196,48 R\$ Mg<sup>-1</sup>, sendo 39% maior que o custo inicial encontrado. Apenas o fator reposição de nutrientes deficitários cresceu em 19% o custo de produção da silagem.

A receita líquida obtida com a venda do milho em grão, considerando o preço de comercialização de 20,20 R\$ saco<sup>-1</sup> de 60 kg (médias regionais de 2009, 2010, 2011), foi de 1.021,29 R\$ ha<sup>-1</sup>. O custo de oportunidade da silagem foi de 199,69 R\$ Mg<sup>-1</sup> de MS, semelhante ao custo corrigido para perdas e reposição de nutrientes.

Zanette (2010), ao confeccionar silagens de milho convencional ou aditivadas com açúcar ou inoculante bacteriano, encontrou custos de produção de 2.337,50; 2.687,78 e 2.662,68 R\$ ha<sup>-1</sup> de silagem produzida para os respectivos tratamentos. O custo de produção da silagem convencional foi semelhante ao custo de produção inicial do presente trabalho (2.487,21 R\$ ha<sup>-1</sup>). Oliveira et al. (2011), avaliando diferentes pontos de colheita das plantas de milho para ensilagem, com 25,6% de MS ou 32,6% de MS, observou que a silagem da forragem colhida mais seca proporcionou menor custo de produção de MS (150,93 R\$ Mg<sup>-1</sup>) em comparação a colheita de plantas com maior teor de umidade (230,61 R\$ Mg<sup>-1</sup>).

Características como produção de forragem por unidade de área, qualidade nutricional bromatológica e física que assegure eficiência na compactação e fermentação, são pontos determinantes no custo de produção e viabilidade econômica da utilização de silagem de milho. Pois, silagens com baixo conteúdo nutricional apresentam maior custo de transporte por unidade de nutrientes, e ainda favorecem incremento nas perdas por desaparecimento de MS e energia no processo (ZANETTE, 2010). Contudo, quanto maior a produtividade e qualidade nutricional da massa, maiores serão as exportações de nutrientes do solo, podendo em curto espaço de tempo causar prejuízos de fertilidade e redução da produtividade, principalmente se a mesma área for utilizada consecutivamente para fins de forrageamento.

Com relação à terminação de bovinos em confinamento utilizando os derivados do milho como base das rações, na análise econômica individual (Tabela 23), não foram encontradas diferenças significativas entre as dietas utilizadas na terminação dos animais para a receita bruta obtida (1.468,18 R\$ animal<sup>-1</sup>). A igualdade está atribuída à semelhança entre os tratamentos para o peso vivo inicial (365,1 kg animal<sup>-1</sup>), custo do boi magro (1.016,13 R\$ animal<sup>-1</sup>), ganho médio diário (1,513 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), peso vivo final (492,16 kg animal<sup>-1</sup>), rendimento de carcaça (53,6%) e peso de carcaça quente (263,76 kg animal<sup>-1</sup>).

No entanto, houve maior receita líquida para os animais terminados com dieta 100% concentrado (244,18 vs 147,82 R\$ animal<sup>-1</sup>) comparativamente aos animais terminados com

silagem de milho, principalmente pelo menor custo diário de alimentação (2,59 vs 3,51 R\$ animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), custo total de alimentação no período de 84 dias de confinamento (217,15 vs 294,92 R\$ animal<sup>-1</sup>) e menor custo de alimentação por kg de ganho de peso (1,67 vs 2,41 R\$ kg<sup>-1</sup>) demonstrados nos animais da dieta 100% concentrado (Tabela 23).

**Tabela 23.** Análise econômica de dois sistemas de produção de novilhos de corte terminados em confinamento, utilizando a cultura do milho sob diferentes formas e como base das dietas.

COMPONENTES DA ANÁLISE	TRATAMENTOS	
	Dieta 100% concentrado <sup>1</sup>	Silagem de milho + Concentrado <sup>2</sup>
<sup>3</sup> Consumo de Milho / Silagem (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> , na MN)	6,018	13,756
<sup>3</sup> Consumo de Núcleo / Concentrado (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> , na MN)	1,471	5,500
Custo diário com Milho / Silagem (R\$ animal <sup>-1</sup> )	1,35	0,89
Custo diário com Núcleo / Concentrado (R\$ animal <sup>-1</sup> )	1,23	2,62
Custo diário com alimentação (R\$ animal <sup>-1</sup> )	2,59 b	3,51 a
<sup>4</sup> Custo total de alimentação no confinamento (R\$ animal <sup>-1</sup> )	217,15 b	294,92 a
Ganho de peso médio diário (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	1,564 a	1,461 a
Custo da alimentação por kg de ganho (R\$ kg <sup>-1</sup> )	1,67 b	2,41 a
Peso vivo inicial (kg animal <sup>-1</sup> )	365,20 a	365,00 a
Custo do boi magro (R\$ animal <sup>-1</sup> )	1.016,41 a	1.015,85 a
Peso vivo final (kg animal <sup>-1</sup> )	496,60 a	487,71 a
Rendimento de carcaça (%)	53,44 a	53,71 a
Peso de carcaça quente (kg animal <sup>-1</sup> )	265,48 a	262,04 a
RECEITA BRUTA (R\$ animal <sup>-1</sup> )	1.477,75 a	1.458,60 a
RECEITA LÍQUIDA (R\$ animal <sup>-1</sup> )	244,18 a	147,82 b
	<b>Análise econômica por unidade de área</b>	
Capacidade de suporte alimentar (animais ha <sup>-1</sup> )	18 b	39 a
Custo total com alimentação (R\$ ha <sup>-1</sup> )	3.908,75 b	11.501,93 a
Custo com boi magro (R\$ ha <sup>-1</sup> )	18.295,36 b	39.618,25 a
Custo total (R\$ ha <sup>-1</sup> )	22.204,11 b	51.120,17 a
RECEITA BRUTA (R\$ ha <sup>-1</sup> )	26.599,41 b	56.885,29 a
RECEITA LÍQUIDA (R\$ ha <sup>-1</sup> )	4.395,30 a	5.765,11 a
LUCRATIVIDADE (Receita líquida/Receita bruta, %)	16,5 a	10,1 b
<sup>5</sup> RECEITA COM OS NUTRIENTES DO ESTERCO (R\$ ha <sup>-1</sup> )	377,95	1.601,57

Médias, seguidas de letras diferentes na linha, diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

<sup>3</sup>Valores de consumo expressos na matéria natural (MN). <sup>4</sup>Período de 84 dias em confinamento.

<sup>5</sup>Dieta 100% concentrado: equivalente a 66 kg de uréia, 425 kg de superfosfato simples, 11 kg de KCl; Dieta com silagem: equivalente a 307 kg de uréia, 1.630 kg de superfosfato simples, 117 kg de KCl. Considerando a eficiência de disponibilização dos nutrientes do estercó bovino de: N=50%, P e K=100% (CQFS RS/SC, 2004).

Preços considerados – Preço de custo do milho: 0,23 R\$ kg<sup>-1</sup>; Núcleo proteico: 0,84 R\$ kg<sup>-1</sup>; Silagem: 0,07 R\$ kg<sup>-1</sup>; Concentrado (19% de PB): 0,48 R\$ kg<sup>-1</sup>; Boi: 83,50 R\$ @<sup>-1</sup>; Ureia: 0,96 R\$ kg<sup>-1</sup>; Superfosfato simples: 0,71 R\$ kg<sup>-1</sup>; KCl: 1,31 R\$ kg<sup>-1</sup>. Valores obtidos pela média histórica praticada nos anos de 2009, 2010, 2011.

Já na análise econômica por unidade de área de alimento produzido, observou-se que a alimentação com silagem de milho apresentou receita líquida numericamente maior (P>0,05), com valor de 5.765,11 R\$ ha<sup>-1</sup>, proporcionando R\$ 1.369,81 a mais de lucro por hectare de

silagem produzida quando comparada a alimentação com grãos, que demonstrou receita de 4.395,30 R\$ ha<sup>-1</sup>. A maior receita justifica-se pela possibilidade de terminação de maior número de animais por hectare quando se colhe a forragem (39 vs 18 animais ha<sup>-1</sup>). Porém, foram obtidas maiores lucratividades no sistema de terminação com dieta 100% concentrado (16,5 vs 10,1 %) em relação a dieta com silagem de milho, indicando maior margem de lucro sobre do capital investido, pois o custo de produção se torna maior quando se utiliza a silagem na alimentação (51.120,17 vs 22.204,11 R\$ ha<sup>-1</sup>).

Com relação à receita obtida com a utilização dos nutrientes presentes no esterco (N, P e K), considerando a eficiência de disponibilização dos nutrientes do esterco seco de bovinos às plantas (CQFS RS/SC, 2004), poderia ser gerada uma receita ou até mesmo economia com fertilizantes químicos de 377,95 R\$ ha<sup>-1</sup> no sistema de alimentação com 100% de concentrado e de 1.601,57 R\$ ha<sup>-1</sup> no sistema de alimentação com silagem. Portanto, analisando o somatório de receitas (animais + esterco), no sistema de alimentação com silagem de milho é possível obter 2.593,43 R\$ ha<sup>-1</sup> a mais de receita que o sistema de alimentação com dieta 100% concentrado (7.366,68 vs 4.773,25 R\$ ha<sup>-1</sup>).

Missio et al. (2009), avaliaram o efeito da inclusão de níveis de concentrado (22, 40, 59 e 79 %) na dieta de tourinhos terminados em confinamento utilizando silagem de milho como volumoso, sobre resposta econômica dos sistemas de alimentação. Observaram efeito linear decrescente na receita líquida de acordo com o aumento dos níveis de concentrado, apresentando valores de 131,67; 135,68; 74,55 e -4,13 R\$ animal<sup>-1</sup> para os níveis de 22, 40, 59 e 79% de concentrado na dieta, atribuindo os resultados ao aumento nos custos com concentrado. No nível de 22% de concentrado a fração representou 19% dos custos totais, e atingindo 45% dos custos no maior nível de inclusão do alimento.

Oliveira et al. (2011), avaliando a resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento com dois níveis de concentrado (40 e 70%) associado a dois estádios de maturação da colheita do milho para ensilagem (25,6 e 32,6% de MS na forragem), obtiveram maior receita líquida em animais alimentados com silagens mais maduras e 40% de concentrado na dieta (231,30 R\$ animal<sup>-1</sup>), e menor receita na alimentação com silagens de menor teor de MS e 70% de concentrado na dieta (121,05 R\$ animal<sup>-1</sup>).

Em análise econômica da terminação de novilhos alimentados com 55% de concentrado com silagens de milho confeccionadas de forma convencional, adicionadas de açúcar ou inoculante bacteriano. Zanette (2010) obteve maior receita líquida em animais

alimentados com silagens aditivadas com inoculante bacteriano (224,45 R\$ animal<sup>-1</sup>), seguida da alimentação com silagem convencional (193,84 R\$ animal<sup>-1</sup>), e por fim, silagens com adição de 2,3% de açúcar na MS (175,71 R\$ animal<sup>-1</sup>).

Katsuki (2009), avaliando níveis de inclusão de casca de soja (0, 15, 30 e 45 %) em dieta isenta de fonte de alimento volumoso, onde o nível zero foi composto por 85% de grãos de milho inteiros e 15% de núcleo proteico, encontrou valores de custo em R\$ kg<sup>-1</sup> de ganho de peso de R\$ 4,80, R\$ 3,90, R\$ 3,83 e R\$ 4,61 para os níveis de 0, 15, 30 e 45% de inclusão de casca de soja na dieta. O custo observado no nível zero, foi muito superior ao encontrado no presente trabalho utilizando dieta semelhante (1,67 R\$ kg<sup>-1</sup>), principalmente pelo pior desempenho de ganho de peso encontrado pelo autor (0,953 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e pelo preço agregado aos componentes da dieta, sendo contabilizado o preço de momento do milho de 0,33 R\$ kg<sup>-1</sup>, núcleo proteico a 1,60 R\$ kg<sup>-1</sup> e casca de soja a 0,25 R\$ kg<sup>-1</sup>.

Neumann et al. (2007), em análise econômica da terminação de novilhos em confinamento alimentados com 37% de concentrado e silagens de milho com diferentes processamentos, corte baixo (15 cm do solo) e alto (39 cm do solo) e regulagem para trituração em partícula pequena (0,2 e 0,6 cm) e partícula grande (1,0 e 2,0 cm). Os autores obtiveram maiores receitas líquidas para corte alto e tamanho de partícula pequena, com valores de 135,22 R\$ animal<sup>-1</sup> e 4.175,59 R\$ ha<sup>-1</sup>. Já a altura de corte baixo com partículas grandes proporcionou as piores receitas líquidas, com 106,71 R\$ animal<sup>-1</sup> e 3.426,46 R\$ ha<sup>-1</sup>.

De acordo com Grandini (2009), na adoção da técnica de alimentação com dietas com 100% ou de alto concentrado, é de fundamental importância a compreensão e avaliação da conversão alimentar, não devendo se ter em mente aumento de ganhos de peso, visto não ser este o principal benefício do aumento da densidade energética da dieta. A conversão alimentar expressa a quantidade de matéria seca necessária para cada kg de peso vivo depositado e a diminuição desta característica é desejável na produção animal, pois pode representar menor custo por kg de ganho e maior lucratividade do sistema produtivo (MISSIO et al., 2009).

No entanto, Gesualdi Jr. et al. (2000) citam que, considerando custos viáveis de alimentos volumosos e concentrados e remuneração por carcaças de melhor qualidade, o sistema de alimentação que utiliza maior nível de concentrado tende a se tornar mais eficiente por reduzir o tempo de confinamento e os custos de produção, visto que a maior parte destes custos é decorrente da alimentação.

Missio et al. (2009) em experimento anteriormente descrito, inferem que a diminuição

nos dias de confinamento e no fornecimento de volumoso com a elevação do nível de concentrado na dieta foi o principal responsável pela diminuição linear dos custos com mão-de-obra, depreciação de equipamentos, custo com volumoso e custo de oportunidade da terra.

Conforme a Tabela 24, o aumento de 1,00 R\$ saco<sup>-1</sup> no preço do milho promove redução média de R\$ 8,13 na receita líquida por animal terminado com 100% de concentrado. Já para a terminação com silagem, o mesmo incremento no preço de venda do milho aumenta o custo de oportunidade da silagem e reduz em média R\$ 3,61 a receita líquida por animal.

**Tabela 24.** Simulação da rentabilidade com a dieta 100% concentrado conforme o preço do milho, e da dieta com silagem de milho conforme o custo de oportunidade da silagem calculado a partir da receita bruta obtida com a venda do milho.

ANÁLISE ECONÔMICA DA DIETA 100% CONCENTRADO CONFORME O PREÇO DO MILHO <sup>1</sup>				ANÁLISE ECONÔMICA DA DIETA CONVENCIONAL CONFORME O CUSTO DE OPORTUNIDADE DA SILAGEM <sup>2</sup>				
Preço do milho		Custo da dieta	Receita Líquida	Preço do milho	Receita bruta	Custo de oportunidade da silagem	Custo da dieta	Receita Líquida
R\$ sc <sup>-1</sup>	R\$ kg <sup>-1</sup>	R\$ animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	R\$ animal <sup>-1</sup>	R\$ sc <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>	R\$ kg <sup>-1</sup> MN	R\$ animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	R\$ animal <sup>-1</sup>
13,0	0,22	2,54	248,15	20,0	2.948	0,065	3,51	148,10
14,0	0,23	2,64	239,72	21,0	3.095	0,068	3,55	144,35
15,0	0,25	2,74	231,30	22,0	3.243	0,071	3,60	140,61
16,0	0,27	2,84	222,87	23,0	3.390	0,075	3,64	136,86
17,0	0,28	2,94	214,45	24,0	3.537	0,078	3,69	133,12
18,0	0,30	3,04	206,02	25,0	3.685	0,081	3,73	129,37
19,0	0,32	3,14	197,60	26,0	3.832	0,084	3,78	125,63
20,0	0,33	3,24	189,17	27,0	3.980	0,088	3,82	121,88
21,0	0,35	3,34	180,75	28,0	4.127	0,091	3,86	118,14
22,0	0,37	3,44	172,32	29,0	4.274	0,094	3,91	114,39
23,0	0,38	3,54	163,89	30,0	4.422	0,097	3,95	110,65
24,0	0,40	3,64	155,47	31,0	4.569	0,100	4,00	106,90
25,0	0,42	3,74	147,04	32,0	4.716	0,104	4,04	103,16
26,0	0,43	3,84	138,62	33,0	4.864	0,107	4,09	99,41
27,0	0,45	3,94	130,19	34,0	5.011	0,110	4,13	95,67
28,0	0,47	4,04	121,77	35,0	5.159	0,113	4,18	91,92
29,0	0,48	4,14	113,34	36,0	5.306	0,117	4,22	88,18
30,0	0,50	4,24	104,91	37,0	5.453	0,120	4,27	84,43

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Preços fixos – Núcleo proteico: 0,84 R\$ kg<sup>-1</sup>; Concentrado (19% de PB): 0,48 R\$ kg<sup>-1</sup>; Boi: 83,50 R\$ @<sup>-1</sup>.

Considerando o preço pago pelo milho entre 25 e 26 R\$ saco<sup>-1</sup>, é possível obter receita líquida em torno de 147 e 138 R\$ animal<sup>-1</sup> (Tabela 24), semelhante à obtida pelo tratamento com silagem de milho e concentrado (Tabela 23). Em termos práticos, até estes preços de aquisição do milho para a alimentação de bovinos com 100% de concentrado ainda

possibilitaria obter lucro satisfatório, porém, a partir destes valores tornar-se-ia mais lucrativa a utilização de dietas convencionais como as rações com silagem de milho e concentrado.

Segundo Missio et al. (2009), a lucratividade do confinamento para terminação de bovinos é variável, visto que é influenciada pelas variações impostas pelo mercado sobre os preços dos insumos e produto final. Essa variabilidade pode ser também visualizada nitidamente entre diferentes regiões do país, uma vez que os insumos e produtos cárneos respondem às variações regionalizadas do mercado.

Na Tabela 25, foram simuladas as receitas líquidas possíveis de serem obtidas com a dieta 100% concentrado, através da relação de troca milho/boi gordo ((preço do kg do milho / preço do kg do boi)<sup>\*</sup> 100), com o intuito de isolar o fator preço do boi na receita líquida da engorda. Foi possível observar que mesmo o milho custando 7% do valor do kg do boi gordo, neste caso a 0,39 R\$ kg<sup>-1</sup>, obteve-se receita de 160,70 R\$ animal<sup>-1</sup>, valor ainda superior ao obtido na terminação com silagem de milho e concentrado.

**Tabela 25.** Simulação da análise econômica da dieta 100% concentrado conforme a relação de troca milho/boi.

Relação de troca (%) Preço do milho/Preço do boi	Preço do milho R\$ kg <sup>-1</sup>	Custo da dieta R\$ animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	Receita Líquida R\$ animal <sup>-1</sup>
2	0,11	1,90	301,40
3	0,17	2,24	273,26
4	0,22	2,57	245,12
5	0,28	2,91	216,98
6	0,33	3,24	188,84
7	0,39	3,58	160,70
8	0,45	3,91	132,56
9	0,50	4,25	104,42
10	0,56	4,58	76,28
11	0,61	4,92	48,14
12	0,67	5,25	20,00
13	0,72	5,59	-8,13

Dieta: 80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*).

Preços fixos – Núcleo proteico: 0,84 R\$ kg<sup>-1</sup>; Concentrado (19% de PB): 0,48 R\$ kg<sup>-1</sup>; Boi: 83,50 R\$ @<sup>-1</sup>.

Em simulação do custo do concentrado em função do preço do kg do boi, Missio et al. (2009) observaram diminuição linear da renda líquida e lucratividade com o aumento do concentrado na dieta. Nos maiores níveis de concentrado (59 e 79%), a terminação dos animais foi inviabilizada economicamente quando o preço do concentrado atingiu cerca de 26% do preço do boi gordo, já quando o preço do concentrado representou 53% do valor do preço do boi gordo, todos os níveis de concentrado utilizados (22, 40, 59 e 79 %) na dieta se tornaram economicamente inviáveis. Os índices de renda líquida e lucratividade obtida pelos

autores diferem do presente trabalho possivelmente pela diferença no sistema de terminação dos animais, pois trabalharam com animais de baixo peso inicial (192 kg) e final (399 kg), e mesmo assim, apresentando elevado número de dias em confinamento (acima de 140), fatores que determinam aumento de custos e diminuição da rentabilidade da atividade.

Períodos longos de confinamento causados por baixo peso inicial dos animais e baixo ganho de peso, acarretados por fatores genéticos e/ou baixa concentração energética da dieta, ou pelo peso de abate elevado, resultam em baixa eficiência econômica (SILVA, 2009).

Simulando o preço de venda do milho em grão (Tabela 26) e considerando o custo de oportunidade do grão na ração, é possível observar que a comercialização do milho por valores acima de R\$ 29,00  $\text{saco}^{-1}$  torna-se mais lucrativa que a engorda de animais com dieta 100% concentrado, demonstrando receita líquida na venda de grãos de 2.288,84 contra 2.040,12 R\$  $\text{ha}^{-1}$ . Já, quando em simulação do preço de comercialização do milho em grão em relação ao custo de oportunidade da silagem, a superação da remuneração da engorda com silagem pela comercialização do milho em grão é observada a partir do valor de R\$ 37,00  $\text{saco}^{-1}$ , obtendo receita líquida na venda de grãos de 3.467,96 R\$  $\text{ha}^{-1}$  contra 3.292,79 R\$  $\text{ha}^{-1}$ .

No presente trabalho, a maior receita líquida por unidade de área cultivada foi obtida com o sistema de colheita do milho como forragem e fornecimento de silagem de milho e concentrado para animais em fase de terminação em confinamento, apresentando remuneração de 5.765,11 R\$  $\text{ha}^{-1}$ , seguida do sistema de colheita de grãos para o fornecimento de dieta 100% concentrado para os animais, com remuneração de 4.395,30 R\$  $\text{ha}^{-1}$  (Tabela 23). Sendo a menor remuneração obtida com a venda do milho em grãos, apresentando lucro de 1021,29 R\$  $\text{ha}^{-1}$  (Tabela 22).

Em forma de gráfico, Mott (1960) demonstra de forma muito ilustrativa, em sistema de pastejo, a influência da pressão de pastejo sobre o ganho por animal e ganho por unidade de área. Onde, seguindo para um lado temos uma situação de subpastejo, obtendo máximo ganho por animal, porém, mínimo ganho por unidade de área. Do outro lado, encontramos uma situação de superpastejo, levando ao declínio tanto do ganho individual por animal como do ganho por unidade de área. Já mais ao centro da figura existe uma área de amplitude ótima, onde o ganho por animal e por unidade de área são maximizados.

Em analogia a ilustração, em sistemas de produção utilizando o milho de diferentes formas para a alimentação de bovinos em confinamento, pode-se considerar que a conservação da forragem em forma de silagem para o fornecimento no confinamento

promove a harmonia entre ganho individual e ganho por unidade de área, estando este sistema na área de amplitude ótima, e proporcionando maior remuneração por área de cultivo.

**Tabela 26.** Simulação da lucratividade com a comercialização do milho ou de carcaças bovinas nos sistemas de terminação em confinamento com dieta 100% concentrado ou silagem de milho e concentrado, conforme o valor do milho grão.

PREÇO DO MILHO R\$ sc <sup>-1</sup>	RECEITA LÍQUIDA CONFORME A COMERCIALIZAÇÃO (R\$ ha <sup>-1</sup> )		
	MILHO	DIETA 100% CONCENTRADO <sup>1</sup>	CONCENTRADO + SILAGEM DE MILHO <sup>2</sup>
12,0	-216,78	4.618,37	6.944,19
13,0	-69,39	4.466,71	6.798,13
14,0	78,00	4.315,05	6.652,07
15,0	225,39	4.163,38	6.506,02
16,0	372,78	4.011,72	6.359,96
17,0	520,17	3.860,06	6.213,91
18,0	667,56	3.708,40	6.067,85
19,0	814,95	3.556,74	5.921,80
20,0	962,34	3.405,07	5.775,74
21,0	1.109,72	3.253,41	5.629,68
22,0	1.257,11	3.101,75	5.483,63
23,0	1.404,50	2.950,09	5.337,57
24,0	1.551,89	2.798,43	5.191,52
25,0	1.699,28	2.646,77	5.045,46
26,0	1.846,67	2.495,10	4.899,40
27,0	1.994,06	2.343,44	4.753,35
28,0	2.141,45	2.191,78	4.607,29
29,0	2.288,84	2.040,12	4.461,24
30,0	2.436,23	1.888,46	4.315,18
31,0	2.583,62	1.736,79	4.169,13
32,0	2.731,01	1.585,13	4.023,07
33,0	2.878,40	1.433,47	3.877,01
34,0	3.025,79	1.281,81	3.730,96
35,0	3.173,18	1.130,15	3.584,90
36,0	3.320,57	978,49	3.438,85
37,0	3.467,96	826,82	3.292,79
38,0	3.615,35	675,16	3.146,73
39,0	3.762,74	523,50	3.000,68
40,0	3.910,13	371,84	2.854,62

Tratamentos – <sup>1</sup>80% de grãos de milho + 20% núcleo proteico, (*ad libitum*); <sup>2</sup>5,5 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de concentrado + silagem de milho (*ad libitum*).

Considerando produtividade de grãos de 8.843 kg ha<sup>-1</sup> e silagem de 45.478 kg ha<sup>-1</sup> de matéria natural.

Preços fixos – Núcleo proteico: 0,84 R\$ kg<sup>-1</sup>; Concentrado (19% de PB): 0,48 R\$ kg<sup>-1</sup>; Boi: 83,50 R\$ @<sup>-1</sup>.

De acordo com Pereira et al. (2011), como critério para definição da viabilidade bioeconômica de estratégias alimentares para bovinos em confinamento, o saldo com alimentação por unidade de área cultivada deve ser preferido em relação ao saldo com alimentação por unidade de ganho de peso corporal, ou seja, deve-se buscar máximo ganho por área explorada.

#### 7.4. Conclusões

Os sistemas de terminação de novilhos em confinamento alimentados com grãos de milho ou silagem de milho como base da dieta, apresentaram-se matematicamente sustentáveis quanto ao balanço de nutrientes no solo quando se considera a adubação com o esterco. Apenas o potássio no sistema de alimentação com silagem gerou déficit de 25 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, devido à alta exportação das glebas pela colheita da forragem e baixa aplicação na implantação da cultura, por estar ajustada a recomendação para produção de grãos.

Na análise de custos de produção de silagem de milho, é de fundamental importância a computação do fator perdas de matéria seca e o monitoramento da extração de nutrientes do solo. Pois, os dois fatores elevaram 39% o custo, onde apenas o fator reposição de nutrientes extraídos além dos fornecidos à cultura acresceu 19% o custo de produção da silagem.

A terminação de novilhos em confinamento com dieta 100% concentrado apresentou receita líquida por animal 65% maior comparativamente a dieta convencional com silagem de milho e concentrado. Superioridade atribuída ao melhor desempenho apresentado pelos animais e pela contabilização por meio do preço de custo de produção do milho, que resultou em menor custo diário de alimentação.

Porém, na receita líquida por unidade de área, a alimentação com silagem de milho demonstrou receita 31% superior à alimentação com 100% de concentrado, principalmente pela colheita da forragem proporcionar maior número de animais terminados. Somando as receitas obtidas com as carcaças e com os nutrientes no esterco, o sistema de alimentação com silagem apresentou 54% a mais de lucro para cada hectare cultivado.

Considerando o preço do milho no custo da dieta 100% concentrado, acima de 26 R\$ saco<sup>-1</sup> é possível obter maior receita por animal na alimentação com silagem de milho e concentrado. A venda do milho em grão a 29 R\$ saco<sup>-1</sup> se demonstrou mais lucrativa que a terminação de animais com 100% de concentrado. Já no sistema de terminação com silagem, o milho em grãos deveria ser vendido a 37 R\$ saco<sup>-1</sup> para se obter melhor receita.

#### 7.5. Referências Bibliográficas

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicadores de Preços do Milho Esalq/BM&F Bovespa**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/milho/>>. Acesso em: 13/12/2011.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica,78).

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Custo de produção – Culturas de Verão: Milho – Plantio direto – Alta tecnologia**. Brasília: Conab, 2011a. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1276&ordem=titulo&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1276&ordem=titulo&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 01/12/2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Produtos e serviços – Indicadores da agropecuária: Preços dos insumos agropecuários**. Brasília: Conab, 2011b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?a=1303&t=2>>. Acesso em: 01/12/2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção – Cultivo do Milho: Colheita e Pós Colheita**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm)>. Acesso em: 01/12/2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica) – Coeficiente Técnico: Custo de produção de silagem de milho**. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/custos/cpsilagemmilho.html>>. Acesso em: 01/12/2011.

FERREIRA, C.F. **Diagnose nutricional de diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes níveis tecnológicos**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.; FERREIRA, J.J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.53-83.

GESUALDI JÚNIOR., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; VELOSO, C.M.; CECON, P.R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.1458-1466, 2000.

GRANDINI, D. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, 2009, p.90-102.

HECKMAN, J.R.; SIMS, J.T.; BEEGLE, D.B.; COALE, F.J.; HERBERT, S.J.; BRUULSEMA, T.W.; BAMKA, W.J. Nutrient removal by corn grain harvest. **Agronomy Journal**, vol.95, p.587-591, 2003.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0. 2000. (formato digital, 1 CD).

KATSUKI, P.A. **Avaliação nutricional, desempenho e qualidade da carne de bovinos alimentados com rações sem forragem, com diferentes níveis de substituição do milho inteiro por casca de soja**. 2009. 55p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

KONZEN, A.E.; ALVARENGA, R.C. **Cultivo do Milho – Fertilidade de Solos: Adubação Orgânica**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, Sistemas de Produção, 2009. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_5ed/feroorganica.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/feroorganica.htm)>. Acesso em: 09/12/2011.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; SILVA, M.R. ORTIZ, S.; BERTONCELI, P. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.173-220.

MISSIO, L.R.; BRONDANI, I.L.; FERITAS, L.S.; SACHET, R.H.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.

MOTT, G.O. Grazing pressure and the measure of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8, Reading, 1960. **Proceedings...** Reading, p. 606-11, 1960.

NEUMANN, M. **Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre perdas, valor nutritivo das silagens e desempenho de novilhos confinados**. Porto Alegre, 2006, 201p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.; RESTLE, J.; OST, P.R.; LUSTOSA, S.B.C.; FALBO, M.K. Ensilagem de milho (*Zea mays* L.) em diferentes alturas de corte e tamanho de partículas: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.3, p.379-397, 2007.

OLIVEIRA, M.R.; NEUMANN, M.; MENDES, M.C.; FARIA, M.V.; NERI, J. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados com silagens de milho (*Zea mays* L.), em diferentes estádios de maturação, associadas a dois níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p.87-95, 2011.

PAULETTI, V.; BARCELLOS, M.; MOTTA, A.C.V.; MONTE SERRAT, B.; SANTOS, I.R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, v.9, p.199-205, 2008.

PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G. Uso de forragens conservadas em sistemas de produção de carne: aspectos bioeconômicos. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p.73-94.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L.; BERTELLI, P.B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. **Revista Ambiente**, v.3, p.51-63, 2007.

REINA, E.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTT, M.A.; PELUZIO, J.M. Efeito de doses de esterco bovino na linha de semeadura na produtividade de milho. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. v.5, n.5, p.158-164, 2010.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. **Pesquisa de preços pagos pelos produtores**. Curitiba: Departamento de Economia Rural – DERAL, 2011. Disponível em : < <http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 01/12/2011.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. **Planilha de preços médios nominais mensais recebidos pelos produtores, no Paraná – 1995-2011**. Curitiba: Departamento de Economia Rural – DERAL, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 02/03/2012.

SILVA, H.L. **Dietas de alta proporção de concentrado para Bovinos de corte confinados**. 2009. 157p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

SILVA, J.C.P.M.; MOTTA, A.C.V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C.M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A.S.; SILVA, L.F.C. Esterco de gado leiteiro associado a adubação mineral e sua influência na fertilidade se um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.453-463, 2010.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p. (Boletim técnico, n.5).

ZANETTE, P.M. **Efeito da inclusão de açúcar ou inoculante bacteriano na silagem de milho sobre perdas, valor nutricional, eficiência econômica e desempenho de novilhos confinados**. Guarapuava, 2010, 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A colheita da forragem de milho resultou em maior exportação dos macronutrientes das glebas de cultivo na proporção de 56% a mais de nitrogênio, 74% de fósforo, 384% de potássio, 228% de cálcio e 322% de magnésio em relação à exportação pela colheita de grãos. Devido à adubação da cultura ter sido realizada conforme a recomendação para produção de grãos, esta foi suficiente quando se colheu apenas grãos, porém, gerou déficits ao solo de 93 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 84 kg ha<sup>-1</sup> de potássio quando se colheu forragem. Portanto, não se recomenda o cultivo de milho para forragem com os níveis de adubação ajustados para a produção de grãos, corroborando as recomendações existentes de adubação do milho para produção de silagem.

O fluxo de nutrientes do solo em áreas de produção de milho forragem é altamente variável, sendo dependente do ambiente e genótipo cultivado, e seu monitoramento é de fundamental importância por proporcionar controle da produção e direcionar à sustentabilidade do sistema.

Os sistemas de engorda de bovinos em confinamento alimentados com forragem ou grãos de milho, quando se mensurou o potencial de retorno de nutrientes pelos tipos de esterco, apresentaram capacidade de manutenção da sustentabilidade de nutrientes no solo. E ainda, podem contribuir com o enriquecimento da fertilidade e reduzir os custos com fertilizantes minerais nos cultivos sucessivos. Apenas o sistema de forrageamento e alimentação de bovinos com silagem de milho ainda demonstrou deficiência de 25 kg ha<sup>-1</sup> potássio após se considerar o retorno via esterco, possivelmente pelo baixo fornecimento na adubação de base da cultura, a qual foi ajustada pela recomendação para produção de grãos.

A alimentação de bovinos em confinamento com 100% de concentrado com grãos de milho inteiro apresentou vantagens pela redução de 61% do peso de matéria natural dos alimentos fornecidos no cocho, quando comparada à dieta com volumoso, possibilitando maior agilidade no manejo de trato e transporte de alimentos. Além, de proporcionar ganhos de peso constante, melhorar em 32% a conversão alimentar e reduzir em 77% a produção de matéria natural de esterco.

A alimentação de bovinos confinados com 100% de concentrado na ração comparativamente a uma dieta convencional com fonte de volumoso, não surtiu efeito de melhoria no rendimento e peso de carcaça, e não alterou o acabamento de gordura. Mas, acarretou em maior perímetro de braço, sendo sugestivo de proporcionar carcaças com maior

grau de musculabilidade, e aumentou o peso e proporção de baço nos animais.

O sistema de alimentação de bovinos em confinamento com dieta 100% concentrado apresentou receita líquida por animal 65% maior comparativamente a dieta convencional com silagem de milho e concentrado. Porém, na receita líquida por unidade de área, a alimentação com silagem de milho demonstrou receita 31% superior à alimentação com grãos, principalmente pela capacidade de terminar maior número de animais por hectare cultivado. Considerando o preço do milho no custo da dieta 100% concentrado, acima de 26 R\$ saco<sup>-1</sup> é possível obter maior receita por animal na terminação com silagem de milho e concentrado.

A maior remuneração por área foi obtida no sistema de forrageamento e fornecimento de silagem de milho para bovinos terminados em confinamento (5.765 R\$ ha<sup>-1</sup>), seguido da colheita de grãos para dieta 100% concentrado (4.395 R\$ ha<sup>-1</sup>), e a menor receita líquida obtida foi com a venda de grãos (1.021 R\$ ha<sup>-1</sup>).