

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



**TESE**

**Produção e valor nutricional de forrageiras sob adubação orgânica**

**Ana Maria Oliveira Bicca**

Pelotas, 2014

**Ana Maria Oliveira Bicca**

**Produção e valor nutricional de forrageiras sob adubação orgânica**

Tese apresentada ao programa de Pós- Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia (área do conhecimento: forragicultura).

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

Coorientador: Prof. Dr. Larri Morselli

Pelotas, 2014

Ana Maria Oliveira Bicca

Produção e valor nutricional de forrageiras sob adubação orgânica

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia (área do conhecimento: forragicultura), Pós- Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 25/04/2014

Banca Examinadora:

.....  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli (Orientadora)  
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso  
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Xavier  
Doutor em Ciência Animal pela Universidade de Kentucky, EUA

.....  
Prof. Dr. Fernando Pereira de Menezes  
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

## Dedico

Aos meus pais Abu Souto Bicca (in memoriam) e Lisete Oliveira Bicca que por uma vida de dedicação, amor e trabalho possibilitaram a oportunidade de realizar meus sonhos.

Ao meu filho João Vítor, luz da minha vida, inspiração de todos os meus dias.

Ao meu marido Cristiano Berbigier pelo companheirismo, amizade e pelo incentivo nos momentos mais difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que sempre me abençoou.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tânia Beatriz Araújo Gamboa Morselli, meu muito obrigado pela amizade, carinho, paciência, ensinamentos e orientação ao longo de todos estes anos.

Ao amigo e colega Fernando Menezes, não só pela amizade, carinho e auxílio na análise estatística, mas, principalmente, pelo seu incentivo e motivação.

Aos meus estagiários Anna Suñe e Pedro Berbigier, amigos muito importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Larri Morselli pela amizade, apoio e coorientação.

A minha amiga Mariana Brasil por fazer parte, dos melhores momentos desta jornada.

Aos Professores Dr. Carlos Eduardo Pedroso (UFPEL), Dr. Fernando Menezes (URCAMP) e ao Dr. Eduardo Xavier (UFPEL) que, como membros da banca de qualificação, contribuíram com importantes e enriquecedoras sugestões.

Ao pesquisador da Embrapa Pecuária Sul Juliano Lino ferreira, pela ajuda na análise estatística.

À Universidade da Região da Campanha, aqui representada pelo Prof. Derli Siqueira, meu muito obrigado, pela oportunidade e liberação para assistir as aulas e escrever a tese.

Ao PPGSPAF pela possibilidade de realização do doutorado.

As funcionárias do CCR-URCAMP, Albrantina Brião e Geneci Leite pela ajuda nas análises laboratoriais.

Ao funcionário do CCR-URCAMP Wanderson pela ajuda no preparo do solo.

Enfim a todas as pessoas que de uma maneira ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

## Resumo

BICCA, Ana Maria Oliveira. **Produção e valor nutricional de forrageiras sob adubação orgânica**. 2014. 104p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos do solo, a produção, teor de proteína bruta e a concentração de macronutrientes em forrageiras de estação fria e quente sob adubação com vermicomposto bovino em um Luvisolo Háplico órtico típico no município de Bagé-RS. O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Rurais da URCAMP, em duas épocas: estação fria (azevém) e estação quente (milheto). O experimento foi instalado em uma área de 136,5m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo 4m<sup>2</sup> o tamanho de cada parcela, e o espaçamento entre parcelas foi de 0,5m. Os tratamentos utilizados foram: (T1) sem vermicomposto e com calcário (testemunha); (T2) vermicomposto bovino (VB) 25% da recomendação total da Comissão de adubação e calagem do RS e SC (ROLAS) + calcário; (T3) VB 50% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T4) VB 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) VB 125% da recomendação total da ROLAS + calcário. As variáveis analisadas foram: fitomassa fresca e seca, proteína bruta e macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) da parte aérea das plantas e análise química do solo antes da instalação do experimento e após o ciclo de cada cultura. Os resultados foram: a adubação orgânica de forrageiras é uma excelente opção para as pequenas propriedades rurais; a utilização de 125% de vermicomposto bovino + calcário permite respostas significativas para as variáveis fitomassas fresca, seca e proteína bruta da parte aérea das culturas estudadas; os teores foliares dos nutrientes N, P, K na cultura do azevém respondem de forma crescente à aplicação da adubação orgânica. A concentração destes nutrientes diminui com o aumento da idade da planta em todos os tratamentos. Em relação ao solo, de uma maneira geral, é possível concluir que após a cultura do azevém há uma melhora na qualidade do mesmo, exceto para as variáveis: Mg, CTCpH7, Soma das bases, CTCefetiva e P nos tratamentos T1, T2 e T3. Após a cultura do milheto, há um acréscimo nos teores de P, Mg, CTCpH7 e diminuição dos teores de K; a cultura do azevém é mais responsiva à adubação orgânica do que cultura do milheto.

Palavras-chave: azevém; fitomassa seca; milheto; vermicomposto

## Abstract

BICCA, Ana Maria Oliveira. **Production and nutritional value of forage under organic fertilizer.** 2014. 104p. Thesis Ph. D. - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

The aim of this study was to evaluate the yield, crude protein content and macronutrients concentration of winter and warm, chemical soil properties season forage crops under bovine manure fertilization in a Luvisolo Háplico órtico típico. The experiment was carried out at the Centro de Ciências Rurais da URCAMP, Bagé, RS, Brazil in two distinct seasons: ryegrass was cultivated during the winter and millet was cultivated during the summer. The experiment was conducted in a randomized block design, with five treatments and four replications. The size of each plot was 4m<sup>2</sup> and the spacing between them was 0.5m, with a total area of 136.5m<sup>2</sup>. The treatments used were: (T1) no bovine manure vermicompost, only lime (control); (T2) bovine manure vermicompost (VB) at 25% of its total recommended rate by Manual de Adubação e Calagem do RS e SC (ROLAS) + lime; (T3) VB at 50% of its total recommended rate by ROLAS + lime; (T4) VB at 100% of its total recommended rate by ROLAS + lime; (T5) VB at 125% of its total recommended rate + lime. The variables analyzed were: green and dry biomass, crude protein content and macronutrients (N, P, K, Ca, Mg) of the aerial parts of the plants. Soil chemical analysis tests have also been performed before the experiment starts and after each crop cycle. The results were: the organic fertilization of forage crops is an excellent alternative for small farms; the use of bovine manure vermicompost at 125% of its total recommended rate by ROLAS + lime increases considerably the variables: fresh and dry biomass as well as the crude protein content of the aerial parts of the crops studied; foliar levels of N, P, K in the culture of ryegrass respond increasingly to the application of bovine manure vermicompost. The concentration of these nutrients decreased progressively with the aging of the plants in all treatments. In regards to the soil, it can be concluded that after the cultivation of ryegrass there was an improvement in quality thereof, except for the following variables: Mg, CTCpH7, Sum of Bases, effective CTC and P in T1, T2 and T3. After the cultivation of millet, it has been observed an increase in the levels of P, Mg, CTCpH7 and a decrease in the levels of K; The ryegrass crop is more responsive to organic fertilization than millet.

Keywords: dry matter; millet ; ryegrass; vermicompost

## Lista de Figuras

Figura 1 Croqui da área experimental URCAMP, Bagé-RS, 2011.....	44
Figura 2 Produção de fitomassa fresca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	49
Figura 3 Produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém. Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	50
Figura 4 Produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	51
Figura 5 Porcentagem de proteína bruta na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	52

Figura 6 Proteína bruta (%) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário;(T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	53
Figura 7 Concentração de nitrogênio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	54
Figura 8 Concentração de nitrogênio na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	55
Figura 9 Concentração de potássio na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	57
Figura 10 Concentração de potássio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	57

- Figura 11 Concentração de fósforo ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 58
- Figura 12 Concentração de fósforo na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 59
- Figura 13 Concentração de magnésio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto ovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 60
- Figura 14 Concentração de magnésio na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 60
- Figura 15 Concentração de cálcio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 61

- Figura 16 Produção de fitomassa fresca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 62
- Figura 17 Produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012..... 63
- Figura 18 Produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 64
- Figura 19 Porcentagem de proteína bruta na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 65
- Figura 20 Proteína bruta (%) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012..... 65

- Figura 21 Concentração de nitrogênio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012..... 66
- Figura 22 Concentração de nitrogênio na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011..... 67
- Figura 23 Concentração de potássio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012..... 68
- Figura 24 Concentração de potássio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012..... 69

Figura 25	Concentração de fósforo ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.....	70
Figura 26	Concentração de fósforo na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	70
Figura 27	Concentração de magnésio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.....	71
Figura 28	Concentração de magnésio na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	71
Figura 29	Concentração de cálcio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho. (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.....	72

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Produção total de fitomassa fresca na cultura do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	48
Tabela 2 Produção total de fitomassa seca na cultura do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	49
Tabela 3 Porcentagem de fitomassa seca nos diferentes ciclos de desfolha do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	51
Tabela 4 Valores médios de proteína bruta na cultura do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	52
Tabela 5 Concentração média de macronutrientes ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) no tecido foliar de plantas de azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	56
Tabela 6 Produção total de fitomassa fresca na cultura do milho, URCAMP, Bagé, RS, 2011.....	62
Tabela 7 Concentração média de macronutrientes ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no tecido foliar de plantas de milho, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.....	67
Tabela 8 Atributos do solo antes da implantação do experimento e após a retirada das culturas URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.....	73

Tabela 9 Atributos do solo: CTC pH 7, soma de bases, % saturação bases e alumínio e CTC efetiva, antes da implantação do experimento e após a retirada das culturas, URCAMP, Bagé,RS, 2011-2012..... 76

Tabela10 Relações entre os macronutrientes do solo antes da implantação do experimento e após cada cultura..... 78

## Lista de Apêndices

Apêndice 1 Análise de variância da cultura de azevém para a variável fitomassa fresca.....	95
Apêndice 2 Análise de variância da cultura de azevém para a variável fitomassa seca.....	95
Apêndice 3 Análise de variância da cultura de azevém para a variável proteína bruta.....	95
Apêndice 4 Análise de variância da cultura de azevém para a variável nitrogênio no tecido foliar.....	95
Apêndice 5 Análise de variância da cultura de azevém para a variável fósforo no tecido foliar.....	95
Apêndice 6 Análise de variância da cultura de azevém para a variável potássio no tecido foliar.....	95
Apêndice 7 Análise de variância da cultura de azevém para a variável magnésio no tecido foliar.....	96
Apêndice 8 Análise de variância da cultura de azevém para a variável cálcio no tecido foliar.....	96
Apêndice 9 Análise de variância da cultura do milho para a variável fitomassa seca.....	96

Apêndice 10	Análise de variância da cultura do milho para a variável fitomassa fresca.....	96
Apêndice 11	Análise de variância da cultura do milho para a variável proteína bruta.....	96
Apêndice 12	Análise de variância da cultura do milho para a variável nitrogênio no tecido foliar.....	96
Apêndice 13	Análise de variância da cultura do milho para a variável fósforo no tecido foliar.....	97
Apêndice 14	Análise de variância da cultura do milho para a variável potássio no tecido foliar.....	97
Apêndice 15	Análise de variância da cultura do milho para a variável cálcio no tecido foliar.....	97
Apêndice 16	Análise de variância da cultura do milho para a variável magnésio no tecido foliar.....	97
Apêndice 17	Análise de regressão da cultura de aveia para a variável fitomassa fresca x tratamento.....	97
Apêndice 18	Análise de regressão da cultura de aveia para a variável fitomassa seca x tratamento.....	97
Apêndice 19	Análise de regressão da cultura de aveia para a variável proteína bruta x tratamento.....	98
Apêndice 20	Análise de regressão da cultura de aveia para a variável nitrogênio x tratamento.....	98

Apêndice 21	Análise de regressão da cultura de azevém para a variável fósforo x tratamento.....	98
Apêndice 22	Análise de regressão da cultura de azevém para a variável potássio x tratamento.....	98
Apêndice 23	Análise de regressão da cultura de azevém para a variável cálcio x tratamento.....	98
Apêndice 24	Análise de regressão da cultura de azevém para a variável magnésio x tratamento.....	98
Apêndice 25	Análise de regressão da cultura do milho para a variável fitomassa fresca x tratamento.....	99
Apêndice 26	Análise de regressão da cultura do milho para a variável fitomassa seca x tratamento.....	99
Apêndice 27	Análise de regressão da cultura do milho para a variável proteína bruta x tratamento.....	99
Apêndice 28	Análise de regressão da cultura do milho para a variável nitrogênio x tratamento.....	99
Apêndice 29	Análise de regressão da cultura do milho para a variável fósforo x tratamento.....	99
Apêndice 30	Análise de regressão da cultura do milho para a variável potássio x tratamento.....	99
Apêndice 31	Análise de regressão da cultura do milho para a variável cálcio x tratamento.....	100

Apêndice 32 Análise de regressão da cultura do milho para a variável magnésio x tratamento.....	100
Apêndice 33 Localização do experimento.....	100
Apêndice 34 Instalação do experimento de azevém.....	100
Apêndice 35 Adubação orgânica do experimento .....	101
Apêndice 36 Vista geral do experimento de azevém em 09/06/2011 ....	101
Apêndice 37 Determinação da altura (a) e corte das parcelas (b).....	101
Apêndice 38 Separação botânica.....	102
Apêndice 39 Preparo do solo para a cultura do milho.....	102

## **Lista de Anexos**

Anexo 1 Precipitações acumuladas durante o ano de 2011 em Bagé- RS, fonte: INMET.....	104
Anexo 2 Precipitações acumuladas durante o ano de 2012 em Bagé- RS, fonte: INMET.....	104

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>25</b>
2.1 AZEVÉM ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	25
2.2 MILHETO ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) Leeke) .....	27
2.3 VERMICOMPOSTAGEM.....	29
2.4 CULTIVOS SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	31
2.5 NUTRIÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS.....	33
2.6 PROTEÍNA BRUTA.....	39
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	43
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	43
3.3 IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	44
3.4 VERMICOMPOSTO.....	45
3.4.1 Inoculação das minhocas.....	45
3.4.2 Análise do vermicomposto.....	46
3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	46
3.5.1 Análise de solo.....	46
3.5.2 Fitomassa fresca e seca.....	46
3.5.3 Separação botânica.....	47
3.5.4 Determinação de macronutrientes na parte aérea das plantas.....	47
3.5.5 Determinação da proteína bruta.....	47
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
4.1 AZEVÉM.....	48
4.1.1 Fitomassa fresca da parte aérea.....	48
4.1.2 Fitomassa seca da parte aérea.....	49
4.1.3 Proteína bruta.....	51

4.1.4 Nitrogênio.....	53
4.1.5 Potássio.....	56
4.1.6 Fósforo.....	57
4.1.7 Magnésio e cálcio.....	59
4.2 MILHETO.....	61
4.2.1 Fitomassa fresca da parte aérea.....	61
4.2.2 Fitomassa seca da parte aérea.....	62
4.2.3 Proteína bruta.....	64
4.2.4 Nitrogênio.....	65
4.2.5 Potássio.....	67
4.2.6 Fósforo.....	68
4.2.7 Magnésio e cálcio.....	69
4.3 SOLOS.....	72
4.3.1 Potencial hidrogeniônico, Al trocável e saturação de Al.....	72
4.3.2 Matéria orgânica.....	74
4.3.3 Fósforo.....	74
4.3.4 Potássio.....	74
4.3.5 Cálcio e magnésio.....	75
4.3.6 Capacidade de troca de cátions.....	76
4.3.7 Saturação de bases.....	77
4.3.8 Relações cálcio:magnésio (Ca:Mg); cálcio + magnésio:potássio (Ca:Mg:K); cálcio :potássio (Ca:K); magnésio:potássio (Mg:K).....	77
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>103</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

A sustentabilidade dos agroecossistemas requer a ampliação da eficiência dos sistemas de produção, como é salientado por Corson (1993), segundo o qual para aumentar a produtividade e o retorno dos produtores, em especial dos pequenos, deve-se ter menor dependência dos fatores externos não abundantes. Para a FAO (1991), os fatores escassos dentro da propriedade podem ser substituídos por fatores abundantes, sem perder a eficiência produtiva e econômica; as tecnologias complexas e caras podem ser substituídas por outras de menor custo; os insumos industrializados podem ser substituídos por aqueles produzidos em nível das próprias fazendas.

A agricultura orgânica no mundo se encontra em expansão. Atualmente existem 37,2 milhões de hectares manejados organicamente e as regiões com maiores áreas são: Oceania (12,2 milhões de hectares), Europa (9,3 milhões de hectares) e América Latina (8,6 milhões de hectares). Os países que mais se destacam são: Austrália, Argentina e Estados Unidos. No Brasil atualmente existem 1,8 milhões de hectares manejados organicamente. Os países com maior número de produtores orgânicos são a Índia (677 mil produtores), Uganda (188 mil produtores) e México (129 mil produtores). A área com agricultura orgânica aumentou em todas as regiões, totalizando dois milhões de hectares, ou seis por cento, em comparação com os dados de 2009. Os países com os maiores aumentos foram Argentina, Turquia e Espanha. Esta expansão está associada em grande parte aos custos da agricultura convencional, a degradação do meio ambiente e a exigência dos consumidores (WILLER et al., 2011).

A agricultura moderna leva os sistemas de produção a uma especialização cada vez maior. Os especialistas costumam analisar o processo de produção em aspectos isolados. Assim, os problemas que surgem são enfocados sob o ponto de vista restrito do problema em si. Na agricultura ecológica busca-se a sua relação entre os demais fatores e existe a preocupação com a autossuficiência na propriedade, buscando produzir o máximo possível de insumos utilizados no processo produtivo dentro da propriedade e, com isso, uma entrada mínima de insumos de fora. Além disso, a análise das vantagens e desvantagens não é feita

considerando-se apenas um produto ou atividade isolados, mas sim sistemas de produção, que são entendidos como uma combinação de diferentes cultivos ou criações. Na prática, esses cultivos ou criações se complementam dentro da propriedade, seja na produção ou no consumo (BARCELLOS et al., 2000).

No Rio Grande do Sul, a diversificação das atividades de uma propriedade, introduzindo um sistema que gere renda no período de verão e de inverno, é de fundamental importância para garantir e manter a sustentabilidade da atividade agropecuária (LANZANOVA, 2005).

A bovinocultura leiteira na Região Sul do Brasil é responsável por cerca de 26% da produção nacional, sendo que 70% da produção de leite e derivados é realizada por pequenas e médias famílias (GOMES, 2006).

A região de Bagé-RS possui 2.806 propriedades rurais, sendo que 1.235 possuem área menor que 28ha (minifúndio) e 718 são consideradas pequenas propriedades, com área entre 28 e 112ha (IBGE 2007). Nesta região, a atividade leiteira cresceu alicerçada na produção oriunda das pequenas propriedades com características de produção familiar. Essas propriedades possuem em média uma área que varia de 10 a 30ha e uma média de 20 animais cada uma. Considerando que uma vaca leiteira produz cerca de 45kg de dejetos por dia, são 900kg de esterco a cada 24 horas. Esse esterco é muitas vezes um problema na propriedade uma vez que adicionado, sem tratamento, provoca no solo e na água a eutrofização de rios e lagos, processo no qual o excesso de matéria orgânica favorece a proliferação de algas e micro-organismos, que passam a competir com os peixes e outros seres aquáticos pelo oxigênio da água, esse resíduo gerado também pode atingir os lençóis freáticos, contaminando rios e mares. Por serem propriedades pequenas necessitam maximizar a utilização destas áreas e minimizar a entrada de recursos de fora da propriedade. Por este motivo torna-se interessante a utilização de vermicomposto para adubação das forrageiras de estação quente e fria, buscando assim a auto-suficiência na pequena propriedade rural e a reciclagem dos resíduos gerados. Este trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos do solo, a produção, o teor de proteína bruta e a concentração de macronutrientes em forrageiras de estação fria e quente sob adubação com vermicomposto bovino em um Luvisolo Háplico órtico típico no município de Bagé-RS.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.)

O azevém é uma gramínea anual de ciclo hibernal, originária do Mediterrâneo. Já o azevém perene é nativo da região temperada da Ásia e norte da África, se distribuindo pela Europa e nos Estados Unidos. Segundo Araujo (1978), destacam-se dois genótipos de azevém, um anual e mais abundante (*Lolium multiflorum* var. *multiflorum*) e outra bienal (*Lolium multiflorum* var. *italicum*). As variedades de azevém anual são classificadas conforme sua plóidia ( $2n$  ou  $4n$ ), possuem cor verde claro ou escura, folhas estreitas ou largas e número de sementes entre 400 ou 300 por grama, se perenizando entre seis a 30 meses, entre outono e primavera (LOPES et al. 2006). Esta espécie caracteriza-se por apresentar rota metabólica  $C_3$  e morfologicamente é caracterizada por apresentar um sistema radicular fasciculado e hábito cespitoso (QUADROS, 1984; CANTO, 1994).

Segundo Oliveira et al. (2001), o azevém adapta-se a quase todos os tipos de solos, preferindo os de textura média, sendo que nos solos baixos e ligeiramente úmidos, desenvolve-se melhor que nos altos e secos. Suas raízes são muito superficiais (5 a 15cm) e por isto é bastante sensível à seca. A temperatura ótima para seu crescimento está situada entre 18 e 20°C. Paralisa o crescimento com temperaturas baixas, sendo esta a razão do pouco desenvolvimento durante o inverno e, mesmo mantendo as folhas verdes, é sensível a geadas.

Gerdes (2003) ressalta que além da alta produtividade e qualidade nutricional, o azevém apresenta como vantagens em relação às outras forrageiras de inverno a sua boa produção de sementes, capacidade de ressemeadura natural, resistência às doenças e versatilidade de associações com outras gramíneas e leguminosas. O azevém é adaptado a solos férteis, mas pode proporcionar produções relativamente altas, em solos bem manejados, úmidos, argilosos e com bom teor de matéria orgânica, resistindo bem à umidade excessiva e à acidez do solo. É uma gramínea tolerante ao pisoteio e possibilita período de pastejo de até cinco meses. Apresenta a maior produção de forragem das espécies de inverno, entretanto é tardia, tendo

seu elevado rendimento a partir de setembro. Tem considerável capacidade de rebrote, podendo produzir de 2 a 9Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca ano ou 40 a 50Mg ha<sup>-1</sup> de matéria verde por ano (MONTEIRO et al., 1996. FONTANELI et al., 2009).

Quando utilizado para pastejo, é recomendado que este se inicie quando a massa de forragem atingir 1.500kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, a fim de evitar o pisoteio sobre solo descoberto e garantir uma massa adequada para consumo pelo animal (FLOSS, 2001). O mesmo autor relata que, em geral, a entrada dos animais nas pastagens de aveia consorciada com azevém ocorre quando estas apresentam um baixo acúmulo de matéria seca. Nessas condições, o corte da pastagem pode prejudicar o seu desenvolvimento, quando ocorrer abaixo do ponto de rebrota, além de trazer prejuízos às condições físicas do solo.

Para Mittelman et al. (2004), o azevém exige uma altura de corte de 20cm. Esta gramínea pode ser utilizada em pastejo contínuo ou rotativo, com os animais saindo da pastagem quando o azevém apresentar uma altura de corte entre sete e dez centímetros. Os autores citam que estas forrageiras suportam cerca de três vacas por hectare, e como são alimentos nobres, tais pastagens devem ser utilizadas por animais de alta produção (acima de dez litros dia<sup>-1</sup>).

Segundo Gonçalves et al. (2000), o azevém apresenta ciclo anual, com ampla adaptação a diferentes tipos de solos. A densidade de semeadura recomendada é de 20kg ha<sup>-1</sup> a 30kg ha<sup>-1</sup>.

A produção obtida pelas plantas forrageiras deve-se basicamente ao processo de fotossíntese, que consiste na conversão de fatores ambientais em energia digestível e minerais, os quais serão utilizados pelos ruminantes. As gramíneas temperadas (azevém, aveia) apresentam um metabolismo de fixação de CO<sub>2</sub> conhecido como C<sub>3</sub>. Já as gramíneas tropicais apresentam o mecanismo denominado C<sub>4</sub> que possibilita a estas o dobro da eficiência fotossintética daquela observada em gramíneas de clima temperado. Eficiência essa obtida pela combinação de determinadas enzimas específicas com a estrutura anatômica foliar, denominada "Anatomia de Kranz". Devido a essas diferenças de metabolismo, as gramíneas tropicais apresentam maior potencial de produção de matéria seca, porém apresentam um decréscimo em valor nutritivo, mais acentuado quando comparadas às gramíneas temperadas, exigindo manejo compatível. Quando se trata de desempenho animal, forragens tropicais e temperadas possuem potenciais

semelhantes de produção quando são respeitadas as características de utilização próprias de cada espécie (MOHR e SCHOPFER, 1995).

## 2.2 MILHETO (*Pennisetum glaucum* (L.) Leeke)

O *Pennisetum glaucum* (L.) Leeke é uma gramínea de origem tropical originária da África e Índia, cespitosa, anual de verão, produz excelente quantidade de massa verde em solos arenosos e pobres, desde que não sejam úmidos. Não tolera o frio e apresenta características semelhantes as dos sorgos forrageiros, sem o problema da toxidez. Pode ser utilizada tanto em pastejo como para produção de feno e silagem. Produz grande número de afilhos, o que proporciona excelente rebrota, após cortes e pastejos (VILELA, 2010). É uma planta do tipo C<sub>4</sub>, que responde fotossinteticamente à elevação da intensidade luminosa, apresenta maior eficiência no aproveitamento da água disponível no solo, possuindo assim elevada resistência ao déficit hídrico. Adapta-se bem a condições edafoclimáticas desfavoráveis, com elevada capacidade de extração e reciclagem de nutrientes em solos de baixa fertilidade. Possui ainda como característica o rápido crescimento, alta qualidade nutritiva devido ao elevado teor protéico, elevada eficiência na transformação de água em matéria seca (282-302g de água g<sup>-1</sup>MS) e grande tolerância a altos níveis de alumínio (LANDAU e FILHO, 2010).

Segundo Tabosa et al. (1999), o milheto é uma gramínea de fácil implantação e manejo, caracterizando-se por sua precocidade, seu alto potencial de produção e sua qualidade nutritiva. O milheto pode ser aproveitado para colheita de grãos ou como forragem suplementar no período seco, sendo uma alternativa para suprir a carência de alimento em períodos de escassez, além de sobreviver melhor do que outros cereais em solos arenosos e pouco férteis. Também apresenta elevada tolerância a altas temperaturas (PAYNE, 2000).

Considera-se que o milheto tem uma produção média de 40Mg ha<sup>-1</sup> de forragem verde num período de mais ou menos 140 dias, com um crescimento diário de 285kg ha<sup>-1</sup>, sendo estes suficientes para alimentar, no máximo, três vacas em lactação, no período de dezembro a abril (GOMES, 2006).

Conforme Kichel e Miranda (2000), o milheto pode chegar a uma produção de 60Mg ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 20Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca se for cultivado no início da primavera. Quando em pastejo, apresenta excelente valor nutritivo, com até 24% de proteína bruta, boa palatabilidade e digestibilidade de 60% a 78%. Quando utilizado

sob pastejo, com animais de recria, pode proporcionar ganhos de até 600kg ha<sup>-1</sup> de peso vivo, em 150 dias de pastejo, equivalente a ganhos médios diários de 950g animal<sup>-1</sup>, com 4,2 animais ha<sup>-1</sup>.

Para Fontaneli et al. (2009) apud Fontaneli et al. (2002), o ciclo vegetativo do milheto dura em torno de 120 a 150 dias e nesse período ocorre elevada produção de forragem com alto valor nutritivo, que pode ultrapassar 15Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Para Bogdan (1977), o milheto apresenta produção média de 7 a 10Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca e, dependendo da cultivar, condições climáticas e fertilidade do solo, pode chegar até 20Mg ha<sup>-1</sup>, porém, em pastejo no Rio Grande do Sul, foram obtidas produções de 6,2 a 15,6Mg ha<sup>-1</sup> de MS (CÓSER e MARASCHIN, 1983; MORAES,1984). Rockemback et al. (2011) utilizando 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na cultivar ADR 500 em Cruz Alta-RS obtiveram 30,252kg ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 11.712kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

A produção e a composição química da matéria seca do milheto são alteradas com a fertilização nitrogenada (ROBINSON,1991; KUMAR et al.,1995), com a época da sementeira (REDDY e VISSER, 1993) e com a cultivar (MAKERI e UGHERUGHE,1992). Assim, em virtude de fatores relacionados com o meio ambiente ou com o genótipo, ocorrem variações nas características de crescimento e no comportamento fisiológico do milheto. Esses aspectos, quando em equilíbrio, colaboram para maximizar o aproveitamento do potencial dessa forrageira, em condições de pastejo.

Segundo Mittelman et al. (2004), o milheto tem rápido desenvolvimento e alta produção, podendo alcançar até 60Mg ha<sup>-1</sup>de massa fresca, sendo resistente à seca e melhor adaptada a solos arenosos. Necessita calor para germinar, por isso deve ser semeada no final de outubro ou início de novembro. A sementeira pode ser feita em linha ou a lanço, com o solo bem preparado e uma profundidade de 2 a 4cm. Pode-se iniciar o pastejo a partir de 30 a 40 dias após a emergência. Para Kichel e Miranda (2000) é recomendável que os animais iniciem o pastejo quando o milheto atingir uma altura entre 50cm a 70cm do solo, devendo ser retirados quando houver rebaixamento para 20cm a 30cm. Deve-se promover um período de descanso de 18 a 24 dias após o pastejo inicial. A densidade de sementeira varia de 12 a 20kg ha<sup>-1</sup> (MORAES, 1995; MITTELMANN, et al. 2004).

Segundo Moraes (1995) o milheto é semeado a partir de meados de outubro, quando a temperatura ambiente se torna mais elevada e a temperatura do solo se

situa em torno de 20°C. Há, então, uma germinação e um crescimento muito rápido, sendo muito sensível, também, à luminosidade. Quanto maior a luminosidade, maior a capacidade de crescimento e rebrota.

As forrageiras tropicais têm sido referenciadas como de baixo valor nutritivo, principalmente, devido à reduzida digestibilidade da matéria seca, aos baixos teores de proteína e de minerais e ao alto teor de fibras, caracterizando-se como os principais limitantes nutricionais destas plantas (EUCLIDES, 1995). Teores de proteína bruta inferiores a 7% na matéria seca de algumas gramíneas tropicais promoveram redução na digestão das mesmas, devido à falta de nitrogênio para os microorganismos do rúmen (GERDES et al., 2000). Norton (s.d.), apud Dias (1997), afirmou que a maior concentração de proteínas nas plantas ocorre nas folhas, sendo de alto valor biológico, com composição de aminoácidos de elevada qualidade, variando pouco entre as espécies e não se alterando significativamente com o declínio dos teores de proteína bruta devido à maturidade, nem com o aumento da proteína bruta em razão da aplicação da adubação nitrogenada. Entretanto, Gomide e Queiroz (1994) citam que as práticas de adubação, principalmente a nitrogenada, podem melhorar os teores de proteína bruta das pastagens consumidas pelos animais, sendo que a sua concentração na matéria seca do pasto também depende da espécie.

Geraldo et al (2002), observaram que na época da maturação fisiológica do milho ocorreu uma diminuição da concentração de nitrogênio nas folhas baixas, devido a remobilização do elemento para as folhas superiores e para o grão. O teor de nitrogênio manteve-se elevado nas folhas medianas e apicais mesmo na época de maturação do grão, o que caracteriza a alta capacidade fotossintética da planta no final do ciclo.

### 2.3 VERMICOMPOSTAGEM

A vermicompostagem é uma tecnologia na qual se utilizam minhocas para digerir a matéria orgânica (KIEHL, 1985).

Dentre os resíduos utilizados na vermicompostagem, os esterco de origem animal se destacam pela facilidade de manejo. Segundo Burés (1997) esterco é uma mistura de fezes, urina e camas, que podem estar constituídas de palhas, folhas secas, serragem, turfa, casca de arroz e até terra, apresentando pH neutro e densidade que varia de 0,30 a 0,90kg dm<sup>-3</sup>, segundo seu estado de decomposição.

Sua composição varia com a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado na cama, bem como o manejo na sua conservação e estocagem. Aproximadamente 80% dos minerais e 40% da matéria orgânica ingerida pelos animais são eliminados através dos excrementos, o que indica que animais alimentados com rações concentradas, ricas em proteínas e sais minerais, produzem esterco mais rico do que os criados a pasto (FERRUZZI,1989).

Segundo Kiehl (1985), existem dois tipos de excrementos: a) excrementos frios - aqueles que apresentam elevado conteúdo de umidade e demoram a entrar em fermentação, que são os de bovinos e os de suínos; b) excrementos quentes - aqueles que, por apresentarem menor teor de água, se decompõem mais rapidamente, como os de aves, eqüinos, ovinos e coelhos.

Relata Kiehl (1985) que o esterco fresco contém muita celulose, presente nos materiais utilizados nas camas e um elevado teor de água. No esterco curtido a celulose já estará decomposta, o teor de água estará reduzido à metade, e os nutrientes se apresentarão em uma forma mais assimilável e concentrada. O esterco fresco pode causar uma deficiência temporária de nitrogênio no solo ao se decompor, o que não acontece com o já bioestabilizado (PRIMAVESI, 1991).

Ambos os esterco reduzem a densidade do solo, aumentam a infiltração e a aeração e ainda apresentam uma grande quantidade de microrganismos, aumentando assim a população microbiana do solo (KIEHL,1985).

Segundo Hafez (1974), esterco com maior teor de fibras, como os de bovinos e eqüinos, quando comparados aos de aves, promovem maiores alterações nas características físicas do solo.

A origem do material utilizado para a produção de vermicomposto é fundamental, pois só uma matéria-prima de qualidade resultará em um produto final de boa qualidade. Para Antonioli et al. (1996), o esterco mais aconselhável é aquele que provém de animais confinados e livre de impurezas.

São desaconselháveis esterco provenientes de criações intensivas de aves, em virtude da elevada acidez e da alta temperatura durante a fermentação (90°C), embora estes esterco sejam considerados os mais ricos em nutrientes, por serem mais secos (apresentam 5-15% de água contra 65-85% das outras espécies) e por serem provenientes de aves alimentadas com rações concentradas (FERRUZZI, 1989; KIEHL,1985).

## 2.4 CULTIVOS SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A adubação bem conduzida possibilita ganhos significativos de produtividade na maioria das plantas cultivadas. É um fator de produção que pode ser manejado com baixo custo de investimento, porém precisa ser conduzida tecnicamente para evitar o uso desnecessário de determinados nutrientes que podem em certos casos até reduzir a produtividade. A utilização de esterco é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, em áreas de agricultura familiar na região semi-árida do Nordeste do Brasil (MENEZES e SALCEDO, 2007).

Segundo Brito et al. (2005), diferentes técnicas de utilização de resíduos orgânicos são empregadas com a finalidade de manejar a matéria orgânica dos solos. Dentre estas, pode-se destacar a preservação dos resíduos agrícolas deixados pelas colheitas e a adição de estercos ou resíduos agro-industriais. Estas práticas visam elevar, manter ou conservar os teores de matéria orgânica dos solos. Embora certa fração da matéria orgânica dos estercos seja decomposta e liberada no período de um a dois anos, outra fração é transformada em húmus, que é mais estável. Sob essa forma, os elementos são liberados lentamente. Assim, os componentes do esterco, convertidos em húmus, exercerão influência nos solos de maneira persistente e duradoura (BRADY, 1989).

O efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto, através do fornecimento de nutrientes, ou indireto, através da modificação das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1997).

Experimentos realizados demonstram que os adubos orgânicos proporcionam aumento da fertilidade do solo e rendimento das culturas. Holanda et al. (1982) observaram que a adição de esterco de poedeira, aumentou a capacidade de troca de cátions do solo, os teores de cálcio magnésio e reduziu os teores de alumínio trocável. O mesmo foi constatado por Gianelo e Ernani (1983), que também trabalhando com esterco de poedeira na adubação de aveia, verificaram que ocorreu um aumento da produção de matéria seca. Em relação ao solo ocorreu aumento da disponibilidade de nutrientes, aumento da capacidade de troca de cátions e redução dos teores de alumínio.

Brito et al. (2005) observaram que a adubação com esterco ovino proporcionou alterações nas propriedades químicas do solo, pois promoveu os maiores aumentos para cálcio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions.

Queiroz et al. (2004), em um Podzólico Vermelho-Amarelo do Rio Grande do Sul e Silva et al. (2004), em Latossolo Vermelho-Amarelo do Paraná, constataram que houve acúmulo de K trocável nas camadas superficiais do solo quando da aplicação superficial de esterco de suínos.

Whalen et al. (2000) afirmam que modificações no pH de solos, com adição de adubos orgânicos são devidas não só ao tamponamento por carbonatos e bicarbonatos, mas também a outros compostos, como os ácidos orgânicos com grupos carboxil e hidroxil fenólicos, os quais têm importante papel no tamponamento da acidez do solo e na variação do pH de solos ácidos manejados com esterco. A alteração do pH, pela aplicação de resíduos orgânicos, segundo Raij (1991), pode estar relacionada com o alto poder-tampão do material orgânico, a possível neutralização do Al, ao efeito da saturação de bases, estimulando a manutenção ou a formação de certas bases permutáveis, como Ca, Mg, K e Na, contribuindo assim para a redução da acidez e aumento da alcalinidade.

A adição de material orgânico ao solo diminui o teor de Al trocável (HARGROVE E THOMAS, 1982). Segundo Miyazawa et al. (1998), isto ocorre devido ao aumento do pH do solo, ocasionando hidrólise do  $Al^{3+}$ , e pela complexação orgânica deste, que ocorre devido a duas reações químicas: pela formação de complexos orgânicos solúveis com os ácidos orgânicos (cítrico, tartárico, oxálico) presentes no material orgânico, e pela formação de complexos insolúveis com as substâncias orgânicas de alto peso molecular, adsorvidas nas superfícies das partículas do solo.

Segundo Sibanda e Young (1986), os ânions de ácidos orgânicos são capazes de complexar Fe e Al, bloqueando os sítios de adsorção de P dos solos, aumentando a sua disponibilidade para as plantas.

Segundo Melo et al. (2009), a aplicação de esterco caprino curtido em feijão caupi e milho contribuiu para melhorar as características do solo, principalmente a fertilidade, obtendo aumentos nos teores de P (200%), K e Mg, comparativamente ao solo com ausência do adubo orgânico. A saturação por bases desse solo passou da classificação média para alta e o pH apresentou aumento de 1,2 unidades, com a presença do adubo orgânico.

A adubação orgânica com cama de frango pode ser considerada uma importante fonte de nutrientes para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, pois quando se utilizou 20Mg ha<sup>-1</sup> a produção de matéria seca foi de 21.316kg ha<sup>-1</sup>. Esta adubação também proporcionou aumento nos teores de potássio e carbono orgânico (LIMA et al., 2007).

A utilização de materiais orgânicos como fonte de N para as culturas tornou-se um importante componente no contexto de agricultura ecológica, onde a redução das perdas de nutrientes do sistema solo-planta aparece como um dos objetivos fundamentais a atingir (MORENO, 2001).

A adubação orgânica com vermicomposto bovino estimula o crescimento das plantas. Conforme Compagnoni e Putzolu (1985), os esterco, bem como os demais resíduos orgânicos, apresentam conteúdos diferentes de ácidos húmicos e fúlvicos, sendo atribuído ao ácido húmico uma ação fitoestimulante semelhante aos fitohormônios por favorecer o desenvolvimento do sistema radicular e estimular o crescimento das plantas.

Bicca et al. (2011) comparando adubação orgânica com vermicomposto bovino e adubação mineral em plantas de centeio, observaram que a melhor produção de matéria seca (2.606kg ha<sup>-1</sup>) foi no tratamento adubado com 100% da recomendação para vermicomposto bovino e o menor rendimento (600kg ha<sup>-1</sup>) foi obtido quando utilizou-se 50% da recomendação para adubação mineral. Ainda verificaram que a utilização do vermicomposto bovino em 75 e 100% da recomendação da ROLAS (2004) antecipou o período de utilização da pastagem.

## 2.5 NUTRIÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

O solo constitui o reservatório de nutrientes do sistema, nas formas mineral e orgânica, e inclui os nutrientes disponíveis às plantas, os nutrientes não disponíveis às plantas e os resíduos orgânicos. Os nutrientes disponíveis envolvem os elementos presentes na solução do solo (como os íons NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Mn<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup>) e aqueles na forma lábil no solo. Os não disponíveis compreendem as formas imobilizadas na fração orgânica do solo (especialmente N e S), as “fixadas” ou retidas nos minerais do solo e as formas presentes nos minerais primários e secundários do solo. A passagem de um nutriente de uma forma para outra no solo normalmente ocorre via imobilização e mineralização. Em termos de ciclagem de nutrientes nas pastagens é importante

que o nutriente esteja, ou seja, convertido em forma disponível às plantas (DOMÍCIO, 2000).

O bom crescimento e desenvolvimento das plantas, os quais as levam a produzir grãos, fibras e outros produtos comerciáveis, dependem da harmonia de uma série de fatores ambientes. A absorção de nutrientes é um dos fatores importantes para que se possam obter boas produções, e pode-se dizer que qualquer obstáculo que restrinja o crescimento radicular reduz tal absorção (CAMARGO e ALLEONI, 1997). Vários fatores afetam a absorção de nutrientes pelas plantas, dentre eles podem ser considerados o pH, o tipo do solo, o equilíbrio entre a fração trocável e a quantidade de nutriente na solução do solo e as interações iônicas (MALAVOLTA 1980 e TISDALE et al., 1985).

Um solo fértil é aquele que contém todos os nutrientes em quantidades suficientes e sob formas assimiláveis. Já um solo produtivo é aquele que mesmo sendo fértil, tem boas propriedades físicas e está situado em uma zona climática favorável ao desenvolvimento das plantas (RAIJ, 1991).

Em uma planta fresca, pode-se observar que a maior proporção de sua massa, de 70 até 95%, é constituída por água ( $H_2O$ ). O carbono, oxigênio e hidrogênio são adquiridos a partir do  $CO_2$  atmosférico e da água presente no solo. Depois de adquiridos, eles são incorporados às plantas pelo processo de fotossíntese. Como consequência da fotossíntese, esses três nutrientes fazem parte de praticamente todas as moléculas orgânicas dos vegetais e são responsáveis por cerca de 94-97% do peso seco de uma planta. Os demais nutrientes (6-3% restantes) fazem parte dos minerais presentes no solo. Por derivarem dos minerais, esses elementos são denominados nutrientes minerais (MALAVOLTA, 1989).

A fertilidade do solo desempenha um papel importante no desenvolvimento das plantas, na sua produtividade e na concentração de nutrientes em suas folhas. Magalhães et al. (2002) avaliaram as relações entre produção de massa seca e a exportação de nutrientes, em solos sob cerrado com vários anos de utilização com *Brachiaria brizantha*. Observaram que a produção de matéria seca, os teores de nutrientes da parte aérea e as quantidades exportadas variaram com a quantidade de anos de uso do solo pela forrageira. Malavolta (1980) relatou valores de produção de massa seca de forrageiras variando de 13 a 25Mg  $ha^{-1}$  e valores dos macronutrientes N, P e K, extraídos pela parte aérea de, respectivamente, 200 a 300kg  $ha^{-1}$ , 30 a 70kg  $ha^{-1}$  e 200 a 500kg  $ha^{-1}$ .

Em relação à exigência nutricional, é satisfatório admitir que a extração dos nutrientes do solo não ocorre de forma constante ao longo do ciclo de produção da cultura. Na prática, a curva de extração de nutriente ao longo do tempo de cultivo (marcha de absorção) segue a do crescimento da planta, explicado por uma “curva sigmóide”. É caracterizada por uma fase inicial de baixo crescimento e absorção de nutrientes e, na fase seguinte, têm-se crescimento rápido (quase linear) da planta com elevada taxa de absorção/acúmulo de nutrientes e, depois, uma estabilização no crescimento/desenvolvimento e também na absorção de nutrientes da planta, até completar o ciclo de produção. Entretanto, no final desta última fase, o acúmulo de certos nutrientes (K e N) pode estabilizar ou até sofrer diminuição, devido às perdas de folhas senescentes e também à perda do nutriente da própria folha (lavagem de K). Esse padrão da marcha de absorção de nutrientes ocorre na maioria das forrageiras como, por exemplo, em plantas de milheto, onde se observou que as maiores acumulações de N, P, K, Ca, e Mg ocorreram em intervalo de 52 a 55 dias após a germinação, e os valores estimados foram  $348\text{kg ha}^{-1}$ ,  $36\text{kg ha}^{-1}$ ,  $314\text{kg ha}^{-1}$ ,  $135\text{kg ha}^{-1}$  e  $52\text{kg ha}^{-1}$  respectivamente (BRAZ et al., 2004).

Para Coelho e Martins (2004) quando é realizada a aplicação de parte do nutriente na sementeira e depois em cobertura, quando as plantas cobrirem de 60 a 70% do solo, ocorre um maior aproveitamento dos nutrientes.

A quantidade de nutrientes extraídos por uma cultura depende da concentração destes no solo, e da produtividade (MENGEL e KIRKBY, 1987). Nas condições de pastoreio, as quantidades de nutrientes exportados são relativamente pequenas, devido ao fluxo destes no sistema solo-planta-animal. Entretanto, as remoções tornam-se consideráveis quando se faz o corte e exportação da forrageira (MALAVOLTA et al., 1986). As remoções de N, P, K, Ca, Mg e S por forrageiras em condições brasileiras são mostradas por Fageria et al. (1991), e, de maneira geral, o N e K foram os elementos removidos em maior quantidade.

O acúmulo de massa seca e a absorção de nutrientes em função do estágio fenológico da planta fornecem informações para o conhecimento das épocas em que elas absorvem nutrientes em maiores proporções e, ao mesmo tempo, torna-se possível o conhecimento a respeito das épocas mais propícias à adição dos nutrientes, em formas prontamente disponíveis às plantas. Embora o acúmulo de massa seca e de nutrientes seja afetado pelo clima, pela cultivar e pelos sistemas de

cultivo, de modo geral os nutrientes são absorvidos em função do ciclo e da translocação na planta (MACEDO JUNIOR, 1998).

Para uma dada espécie, as habilidades em retirar os nutrientes do solo e as quantidades requeridas variam não só com a cultivar, mas também com o grau de competição existente. Flutuações ambientais como temperatura e umidade do solo podem afetar o conteúdo de nutrientes nas folhas consideravelmente. Esses fatores influenciam tanto a disponibilidade como a absorção de nutrientes pelas raízes e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea (MARSCHNER, 1995). A acumulação e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio de desenvolvimento. Em um determinado instante, os diversos órgãos de uma planta podem apresentar-se em diferentes estádios de desenvolvimento, o que conseqüentemente influenciará a sua composição mineral (TAIZ e ZEIGER, 1999). A curva ótima de consumo de nutrientes deve definir a dosagem de aplicação de um determinado nutriente, evitando uma possível deficiência ou consumo de luxo (MALAVOLTA, 1989).

A concentração de nitrogênio nos tecidos das gramíneas varia com a idade e com a parte da planta utilizada. A maior concentração de nitrogênio na parte aérea ocorre em plantas jovens, e a concentração diminui com a idade. Essa diminuição ocorre devido a produção de caule e bainha, que apresentam concentrações muito baixas de nitrogênio. Também com o aumento da idade, a proporção de folhas velhas, com menores teores de nitrogênio, aumenta em relação à quantidade de folhas jovens (JONES, 1985).

Silva e Faria (1995) avaliaram mensalmente a variação estacional da concentração de nutrientes de cinco gramíneas e observaram que o teor de nitrogênio nas culturas esteve inversamente correlacionado com a produção de matéria seca, ou seja, meses que apresentaram maiores produções de matéria seca tinham menores teores de nitrogênio, independentemente da época do ano avaliada.

Segundo Matos et al. (2005), uma boa concentração de nitrogênio para forrageiras está entre 1,2 a 1,8%. Gomes e Reis (1999) destacaram que o azevém com ótima qualidade apresenta  $24,3\text{g kg}^{-1}$  de nitrogênio. Arrobas et. al. (2009) trabalhando com diferentes adubos orgânicos e minerais na adubação de azevém verificaram que o teor de nitrogênio variou de 25 a  $28\text{g kg}^{-1}$  nas plantas adubadas com adubo orgânico. Também foi observado que a medida que decorreu o ciclo vegetativo a concentração de nitrogênio na matéria seca foi diminuindo, devido a

menor disponibilidade no solo. Asmann et al. (2007) encontraram teores de  $26\text{g ha}^{-1}$  de nitrogênio em um consórcio de azevém com aveia com a aplicação de  $418\text{kg ha}^{-1}$  de esterco líquido suíno.

Matos et al. (2005) avaliaram a concentração de macronutrientes em plantas de azevém e milho adubadas com água residuária da lavagem e despulpa do cafeeiro, e encontraram uma concentração de fósforo na parte aérea das forrageiras que variou de  $2,5$  a  $3,4\text{g kg}^{-1}$ . O nitrogênio variou de  $30,5$  a  $23,4\text{g kg}^{-1}$  e o potássio de  $26,6$  a  $44,1\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente para plantas de azevém e milho. Bonamigo (1999) observou um teor de nitrogênio de  $34,2\text{g kg}^{-1}$  nas folhas de milho após a utilização de adubos químicos nitrogenados, em relação à adubação orgânica. Restle et al. (2000) observaram concentrações médias de  $35,4$  e  $36,3\text{g kg}^{-1}$  de N para as fontes de N uréia e sulfato de amônio, respectivamente, com aplicação de  $200\text{kg ha}^{-1}$  de N para ambos os tratamentos.

O teor de fósforo também diminui com a idade da planta. Este decréscimo na parte aérea com o incremento da idade é o resultado do decréscimo na proporção de tecidos meristemáticos, com altos teores de fósforo por tecidos estruturais, com baixas concentrações de fósforo (JONES, 1985). Herrera e Hernandez (1987) atribuíram a diminuição no teor de fósforo em *Coast Cross* a uma menor demanda desse nutriente em estados mais avançados das plantas, em decorrência da queda na sua idade metabólica, predominando apenas funções de manutenção. Segundo Matos et al. (2005), o valor de fósforo adequado para forrageiras em pastejo é igual a  $1,8\text{g kg}^{-1}$ . Silva e Leite (2000) avaliaram a composição química de forrageiras de inverno e verificaram que a concentração de fósforo foi igual a  $4\text{g kg}^{-1}$  para o azevém, já, Stobbs (1975) encontrou valores de  $1,9\text{g kg}^{-1}$  nas folhas de milho no estágio vegetativo.

O potássio, assim como o nitrogênio e o fósforo, diminuiu sua concentração com a idade da planta. Isto ocorre devido ao maior incremento na quantidade de materiais estruturais (como celulose e lignina) do que conteúdo celular (JONES, 1985), bem como, ao aumento na relação haste/folha (WILSON e MANNETJE, 1978). Para Gomide (1994), concentrações de  $15$  a  $20\text{g kg}^{-1}$  de potássio garantem um bom suprimento para plantas forrageiras.

A relação entre os nutrientes cálcio e magnésio na nutrição vegetal está relacionada às suas propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade. Sendo assim, ocorre competição pelos sítios de

adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. Como consequência, a presença de um pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro (ORLANDO FILHO et al., 1996). Tisdale et al. (1993) citam que o Ca e Mg competem com o K para serem absorvidos pelo sistema radicular das plantas. Portanto, a concentração de K é mais dependente de sua relação com Ca e Mg do que de sua quantidade absoluta. Segundo Andrade et al. (2000) a adubação nitrogenada interfere de forma negativa no teor de K, Ca e Mg em capins, ao mesmo tempo em que salientaram ser necessário cuidar do fornecimento destes, pois aplicações elevadas de K podem interferir na absorção de Ca e Mg pela planta.

Segundo Prado (2008), o teor adequado de cálcio e magnésio em folhas de milho é de  $5\text{g kg}^{-1}$ . Para plantas de azevém o autor considera como adequado um teor de cálcio de  $3\text{-}5\text{g kg}^{-1}$  e  $10\text{-}20\text{g kg}^{-1}$  para magnésio. Para Malavolta (2006) uma relação Ca:Mg menor que 2 é considerada baixa, entre 2,5 e 15 ótima e maior que 15 alta. Para a relação Ca+Mg:K, menor que 10 é considerada baixa, de 10 a 40 ótima e maior que 40 alta. Para a relação Mg:K, menor que 2,5 é considerado baixo, de 2 a 5 ótimo e maior que 5 alta.

Watabane et al. (2005) observaram que relações equilibradas dos elementos Ca, Mg e K no complexo de troca de um Latossolo Distroférrico aumentaram a produtividade da cultura da soja. Já para a cultura do milho em solos do cerrado, os melhores rendimentos foram obtidos com uma relação Ca:Mg de 3:1 (SILVA, 1980). Munoz Hernandez et al (1998) também concluíram que a relação Ca:Mg de 3:1 proporcionou o maior teor de P nas plantas, apresentando-se significativamente diferente das demais relações Ca:Mg estudadas e que que uma relação Ca:Mg acima de 3:1 ocasionou diminuição na produção de massa verde e um decréscimo na produção da cultura, em virtude do antagonismo do cálcio na absorção do magnésio. Para Malavolta (1980), relações Ca:Mg maiores que 3:1 provocaram redução na concentração de P na parte aérea do milho, possivelmente em razão do efeito sinérgico entre P e Mg. Para Salvador et al. (2011) a relação de 3:1 na solução do solo manteve o equilíbrio no teor foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e potássio em plantas de soja. Relações maiores proporcionaram diminuição no teor foliar de Mg e relações menores proporcionaram aumento no teor foliar de Mg. O mesmo autor relata que a relação entre teores trocáveis de Ca e Mg no solo e teores foliares totais de Ca e Mg responde de maneira positiva quando o teor foliar de Ca e Mg é de  $10\text{g kg}^{-1}$ , e o de cálcio e magnésio trocáveis no solo é de  $1,0\text{cmolc kg}^{-1}$ .

Hernandez e Silveira (1998) também observaram que o aumento da relação Ca:Mg aumentou a concentração de cálcio da parte aérea e reduziu a concentração de magnésio dessa parte. Já Büll e Nakagawa (1995), trabalhando com relações Ca:Mg e adubação NPK observaram um aumento na concentração de Ca no tecido foliar com o aumento da relação Ca:Mg no solo.

Segundo Toledo (1986) o nível adequado de Mg para atender as exigências nutricionais de Capim Colônia é de  $2\text{g kg}^{-1}$ . Porém, Mayland e Grunes (1979) verificaram que concentrações menores que  $2\text{g kg}^{-1}$  de Mg na massa seca e maiores que  $3\text{g kg}^{-1}$  de K ou uma relação K:Ca+Mg maior que  $2,2\text{g kg}^{-1}$  em forrageiras pode estar associado a tetania dos pastos.

A relação entre bases considerada adequada por Pioner (1994) apud Hoppe et al. (s.d.) indica valores entre 13 e 17 para a relação Ca:K, de 2 a 4 para para Mg:K e valores de 3 a 5 para Ca:Mg. Nakagawa (1995) considera ideal uma relação Ca+Mg:K igual a 20.

Oliveira (1993) ao avaliar o rendimento de matéria seca e nutrição do milho em função da relação Ca:Mg no solo, relatou que variações de 1 a 12:1 nesta relação não afetaram o rendimento de matéria seca, revelando apenas uma tendência ao aumento da matéria seca com o aumento da relação Ca:Mg no solo.

Segundo Arantes (1983), as diferentes relações Ca:Mg (2:1; 5:1; 15:1; 45:1) em dois níveis de corretivo (40 e 60%) influenciaram a produção de matéria seca, as concentrações de K, Ca e Mg e o equilíbrio catiônico da parte aérea do milho. O autor concluiu que a relação Ca:Mg de 5:1 estabelecida no nível de 60% forneceu a maior produção de matéria seca.

## 2.6 PROTEÍNA BRUTA

Proteínas são substâncias compostas por uma seqüência de aminoácidos unidos por ligações covalentes, cuja extensão pode ultrapassar milhares de aminoácidos em conformações bastante complexas, como no caso das enzimas (MEDEIROS, 2001).

A importância do teor de proteína bruta na planta forrageira que está sendo ingerida pelo animal decorre de sua essencialidade direta para o organismo animal, para fins de manutenção e de produção de carne, leite ou lã, assim como de forma indireta, via atividade dos microrganismos do rúmen. Embora o mínimo de 7% de proteína bruta na matéria seca seja necessário para garantir a fermentação dos

carboidratos estruturais no rúmen, um valor maior é necessário para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal (GOMIDE e QUEIROZ, 1994). Para Milford e Minson (1965), o nível crítico de proteína da forragem onde a ingestão é induzida pela deficiência de nitrogênio é 7%, sendo necessário teor de nitrogênio de 1% na forragem para satisfazer somente a necessidade dos microorganismos do rúmen e 12% para satisfazer a necessidade do animal.

A ligação entre o teor de nitrogênio e a proteína bruta está relacionada ao fato que as proteínas têm porcentagem constante em torno de 16% de N, portanto pode-se determinar a proteína bruta por meio de um fator de conversão 6,25 (SILVA e QUEIROZ, 2002).

A proteína bruta (PB) das plantas forrageiras inclui tanto a proteína verdadeira quanto o nitrogênio não protéico (NNP). A proteína verdadeira, dependendo da maturidade da planta, pode representar até 70% da PB nas forragens verdes. O nitrogênio não protéico inclui substâncias tais como glutamina, ácido glutâmico, asparagina, ácido aspártico, ácido gama-amino-butírico, ácidos nucléicos e pequenas quantidades de outras substâncias nitrogenadas, tais como o nitrato, cuja presença em níveis elevados nas forrageiras requer especial atenção, em virtude dos seus efeitos tóxicos sobre os ruminantes. Existe ainda uma pequena proporção de NNP que é insolúvel, pois está associada à lignina na parede celular, sendo de baixa disponibilidade no processo digestivo dos animais, e que representa cerca de 5 a 10% do nitrogênio da maioria das forragens (HEATH et al., 1985).

A medida que as plantas atingem estádios mais avançados ocorre aumento na percentagem de folhas mortas, caules e redução na proporção de folhas, fatores estes que causam redução no teor de PB e outros componentes mais digestíveis do material colhido (PEDROSO, 2002). Roso (1999), trabalhando com azevém, encontrou valores de 31,65% de PB no início do ciclo vegetativo, 12,2% no final do ciclo e um valor médio de 18,1% PB.

Segundo Minson (1990), as gramíneas de clima tropical possuem teores de proteína bruta inferiores ao das espécies de clima temperado. Grande parte destas gramíneas apresentam teores de PB inferiores a  $100\text{g kg}^{-1}$  de MS, que pode ser insatisfatório para o atendimento das exigências de alguns níveis de produção de leite e crescimento. O baixo nível de PB verificado nas gramíneas de clima tropical, é devido à via fotossintética  $C_4$ , altas proporções de caule, e de feixes vasculares das folhas. Por outro lado, as leguminosas com anatomia foliar típica das espécies

C<sub>3</sub>, apresentam teores protéicos mais elevados, girando em torno de 166g kg<sup>-1</sup> de MS, sendo por este motivo freqüentemente recomendadas para a formação de consórcios com gramíneas tropicais visando, entre outras coisas, o aumento da disponibilidade de proteína bruta para os animais em pastejo.

O nível de fertilidade do solo e a prática da adubação refletem-se na composição química da planta, especialmente nos teores de PB, fósforo e potássio e conseqüentemente sobre a digestibilidade e consumo da forragem (REIS et al., 1993).

O uso de fertilizantes nitrogenados promove um aumento no teor de proteína bruta na forragem à medida que se elevam as doses de nitrogênio aplicado. Porém, os máximos rendimentos em proteína bruta alcançam-se com doses maiores que aquelas necessárias para produzir altos rendimentos de matéria seca (SEMPLE, 1974). Em contrapartida, observa-se que doses baixas de nitrogênio não provocam um aumento nos teores de proteína bruta, mas aumentam a produção de matéria seca. A velocidade de absorção do nitrogênio pelas gramíneas (WHITEHEAD, 1980 e CARÁMBULA, 1977) é mais rápida que a resposta em crescimento. Desta forma, quanto mais rapidamente a pastagem for utilizada, menor será a resposta em matéria seca.

Para Difante et al. (2006), o teor de PB no azevém não diferiu significativamente entre os tratamentos quando utilizou-se doses crescentes de nitrogênio (100, 200 e 300kg ha<sup>-1</sup> de N), apresentando teores médios de 14,5%, mas diferiu entre os períodos sendo superior no início do período de pastejo, com teores médios de 21,7% e de 9,8% no final do período. Lupatini et al. (1998), observaram aumento linear de 13,17 a 22,24% no teor de PB na mistura de aveia preta e azevém, utilizando 0 a 300kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Bicca et al. (2011), observaram que o rendimento de PB foi afetado pelos tipos e doses de adubação, sendo o maior valor registrado com a aplicação de 100% de vermicomposto bovino (242,4kg ha<sup>-1</sup>), seguindo-se da aplicação de 75% de vermicomposto bovino (180,1kg ha<sup>-1</sup>), enquanto que a adubação mineral proporcionou os menores rendimentos.

Morselli (2012), trabalhando com forragem hidropônica de milho encontrou 22,2 e 22,32% de PB utilizando solução nutritiva a base de vermicomposto bovino e suíno, respectivamente. Maraschin (1979) cita que, utilizando milho em pastejo

contínuo, observou queda no teor de proteína bruta (PB) a partir de fins de março que variou de 17,2 a 7,6.

Segundo Vitti e Novais (1986), a composição química da forragem influencia o consumo dos animais. Plantas deficientes em nutrientes como N, P, K, Mg, Co e Mn, entre outros, associadas aos teores de fibra, que influenciam o tempo de permanência do alimento no rúmen, podem reduzir o consumo. O enxofre faz parte de compostos que transmitem sabores e odores, e que são importantes na aceitabilidade da forragem pelos animais, por isso, também exerce influência no consumo. Para Jones e Betteridge (1994), os bovinos em pastejo selecionam as forrageiras ou partes da forrageira com maiores concentrações de P, o que pode, segundo Russelle (1997), estar relacionado com o aroma, a textura ou a composição dessas plantas.

Para Mertens (1994), alimentos com altos teores de fibra permanecem por mais tempo no rúmen provocando seu enchimento e assim limitando a ingestão. Ao contrário, alimentos com baixo teor de fibra, também limitam o consumo, pois o rúmen não ficará repleto (regulação fisiológica). Neste sentido, o valor nutritivo do pasto é avaliado pela sua digestibilidade e seus teores de proteína bruta e de parede celular, características estritamente correlacionadas ao consumo de matéria seca.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Rurais (CCR) da URCAMP em um Luvissole Hálico órtico típico, localizado no município de Bagé-RS, com as seguintes características: argila 13%, pH água 5,8, SMP 6,1, MO 3,3m v<sup>-1</sup>, P 4,1mg dm<sup>-3</sup>, K 63mg dm<sup>-3</sup>, Al 0,2cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca 5,7cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg 5,0cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, S 10,9%, V 73,6%, m 1,8% e CTC efetiva 11,1cmol<sub>c</sub> dcm<sup>3</sup> (STRECK, 2008).

O clima da região onde está localizada a URCAMP, segundo a classificação climática Köppen, é mesotérmico, tipo subtropical úmido da classe Cfa com verões quentes. A temperatura média anual é 17,9°C, com média das mínimas de 13,0°C no mês de julho e média das máximas de 24,0°C no mês de janeiro. A umidade relativa média anual é de 73% e a insolação é de 2.504,8 horas ano<sup>-1</sup>. A precipitação média anual é de 1.264mm, com períodos de maior ocorrência durante os meses de maio a setembro (MORENO,1961).

#### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido em duas épocas: estação fria e estação quente, utilizando-se duas forrageiras, azevém e milho. O experimento foi instalado em uma área de 136,5m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo 4m<sup>2</sup> o tamanho de cada parcela, e o espaçamento entre parcelas de 0,5m (Figura 1). Os tratamentos utilizados foram: (T1) sem vermicomposto e com calcário (testemunha); (T2) vermicomposto bovino (VB) 25% da recomendação total da Comissão de adubação e calagem do RS e SC (ROLAS) + calcário; (T3) (VB) 50% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T4) (VB) 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) (VB) 125% da recomendação total da ROLAS + calcário. Para o azevém as doses utilizadas por parcela foram: T1 (sem VB), T2 (5,4kg VB), T3 (10,8kg VB), T4 (21,6kg VB), T5 (27kg VB), para o milho as doses foram: T1 (sem VB), T2 (4,1kg VB), T3 (8,2kg VB), T4 (16,5kg VB), T5 (20,7kg VB) Os Resultados foram

submetidos a análise de variância e a análise de Regressão, utilizando o Sistema de Análise Estatística, SANEST (ZONTA e MACHADO, 1984).



Figura 1. Croqui da área experimental URCAMP, Bagé-RS, 2011

### 3.3 IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A área do experimento foi utilizada no inverno com azevém (*Lolium multiflorum* cv. comum) e no verão com milho (*Penisetum glaucum* cv. ADR 500). Para o preparo do solo do azevém foi utilizado o preparo mínimo com duas gradagens. Para o milho foi utilizado uma passagem com a enxada rotativa.

A semeadura foi realizada a lanço. A adubação orgânica, nos níveis estabelecidos de acordo com a análise de solo e a recomendação, calculada pelas indicações da ROLAS (2004), foi realizada de acordo com cada tratamento, aplicada na superfície do solo com leve incorporação. Nas duas culturas, o fósforo foi o elemento priorizado. O calcário utilizado foi o Filler com PRNT>90%, aplicado a

lanço na superfície do solo, no momento da semeadura do azevém.

Para a cultura do azevém foi realizada a semeadura no dia 15 de abril de 2011 utilizando-se uma densidade de semeadura de 30kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis.

Para a cultura do milheto, a semeadura foi realizada dia 1º de dezembro de 2011, utilizando-se uma densidade de semeadura de 30kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis.

### 3.4 VERMICOMPOSTO

O vermicomposto foi produzido a partir de esterco bovino proveniente do Centro de Ciências Rurais URCAMP, Bagé-RS. Estes animais estavam em sistema de pastejo contínuo em campo nativo, com predominância de capim annoni. O esterco foi acondicionado em caixas de madeira não aromáticas (cedrinho) com as seguintes dimensões: 1,0m de comprimento x 0,60m de largura x 0,30m de altura, com volume de 0,15m<sup>3</sup>.

Antes da inoculação das minhocas nas respectivas caixas, para verificar as condições ideais para a sua inoculação, foram determinadas as seguintes características: pH (determinado em água, através do potenciômetro), temperatura (termômetro → 0-100°C). Estas características foram utilizadas para avaliar o estágio de decomposição dos materiais, aos quais foram inoculadas as minhocas, quando estes encontraram-se semi-curtidos.

#### 3.4.1 Inoculação das minhocas

A inoculação das minhocas foi realizada no mesmo dia em todas as caixas contento esterco bovino, na quantidade de 300 minhocas adultas e aptas a reprodução por repetição. Foram utilizadas minhocas do gênero *Eisenia* e espécie *foetida*. Em cada caixa foi instalado um termômetro, onde a temperatura foi verificada semanalmente, juntamente com a umidade, realizada comprimindo-se a massa do substrato na mão. Quando esta se apresentava seca, adicionava-se água (KIEHL, 1985). Decorridos 60 dias da instalação do experimento, os vermicompostos foram retirados das caixas, peneirados e acondicionados em sacos plásticos e posteriormente encaminhados ao Laboratório de Solos da FAEM/UFPEL para a análise do material e utilização como adubo orgânico nas forrageiras de estação fria e quente.

### 3.4.2 Análise do vermicomposto

O método utilizado para as análises do vermicomposto foi o recomendado por Tedesco et al. (1996) e as análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da FAEM/UFPEL. O vermicomposto utilizado apresentava as seguintes características: umidade 43,43%, C/N 17:1, N 8,05g kg<sup>-1</sup>, K 6,75g kg<sup>-1</sup>, P 2,45g kg<sup>-1</sup>, Ca 9,54g kg<sup>-1</sup> e Mg 4,58g kg<sup>-1</sup>.

## 3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

As variáveis analisadas foram: análise de solo, fitomassa verde e seca, separação botânica, proteína bruta e análise de macronutrientes da parte aérea das plantas (folhas + colmos) e também foi realizada a análise química do solo antes da instalação do experimento e após o ciclo de cada cultura.

### 3.5.1 Análise de solo

As amostras de solo para análise química foram coletadas antes da instalação do experimento e após o ciclo de cada forrageira. Antes da instalação do experimento foram retiradas 20 subamostras, para se obter uma média da área amostrada. Para isso foi percorrida a área do experimento em ziguezague. Após o ciclo do azevém foram retiradas três amostras simples por parcelas para formar uma amostra composta, totalizando quatro repetições por tratamento e as análises foram realizadas no Laboratório de Solos da URCAMP Bagé-RS (BICCA e MENEZES, 2011).

### 3.5.2 Fitomassa fresca e seca

Após cada corte a fitomassa fresca foi pesada em balança de precisão e as amostras levadas a estufa com temperatura de 65°C até peso constante. Posteriormente foi determinada a fitomassa seca definitiva, conforme citado por Hunter (1974). Os cortes foram realizados quando as plantas atingiram a altura de 20cm para azevém e 40cm para o milheto. A amostragem para a determinação da massa de forragem foi realizada, de forma aleatória, utilizando-se um quadrilátero de 0,25m<sup>2</sup> de área lançado ao acaso sobre cada parcela (FRAME 1975). A forragem foi cortada sempre pela manhã, com uma tesoura de esquila deixando-se um resíduo

de 10cm para plantas de milho e 7cm para plantas de aveia, o último corte foi realizado da mesma maneira. O material coletado foi colocado em sacos de papel devidamente identificados e levados a estufa de ar forçado. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da URCAMP.

### 3.5.3 Separação botânica

Após os cortes das parcelas o material foi encaminhado para o Laboratório de Forrageiras da URCAMP para a realização da separação botânica das plantas, onde o aveia foi separado das outras espécies, assim como o milho.

### 3.5.4 Determinação de macronutrientes na parte aérea das plantas

Os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) na parte aérea das plantas foram determinados a cada ciclo de desfolha, utilizando-se os métodos recomendados por Tedesco et al. (1996). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Vegetal da EMBRAPA-Clima Temperado.

### 3.5.5 Determinação da proteína bruta

A proteína bruta foi determinada no Laboratório de Bromatologia da URCAMP a cada ciclo de desfolha pela análise do nitrogênio, pelo método de Kjeldahl ( $N \times 6,25$ ) (NOGUEIRA e SOUZA, 2005).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 AZEVÉM

#### 4.1.1 Fitomassa fresca da parte aérea

Os resultados da análise de variância (Apêndice 1), mostram que a produção de fitomassa fresca da parte aérea foi influenciada pelos diferentes tratamentos.

Na (figura 2) se observa que produção total de fitomassa fresca variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 13122x - 3882$  ( $r^2 = 0,8679$ ). As maiores produções foram obtidas nos tratamentos mais adubados (tabela 1), o melhor tratamento foi T5 ( $33.471,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) seguido pelos tratamentos T4 e T3, os tratamentos T1 e T2 tiveram os menores valores. Os dados encontrados neste trabalho para fitomassa fresca da parte aérea discordam de Monteiro et al. (1996) e Fontanelli et al. (2009) onde citam que o azevém produz de 40 a  $50 \text{ Mg ha}^{-1}$  de fitomassa fresca por ano.

Tabela 1. Produção total de fitomassa fresca, na cultura do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Tratamentos	Fitomassa fresca $\text{kg ha}^{-1}$
T1	16.258,02
T2	16.389,62
T3	18.445,34
T4	24.227,07
T5	33.471,15

Tratamentos:(T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

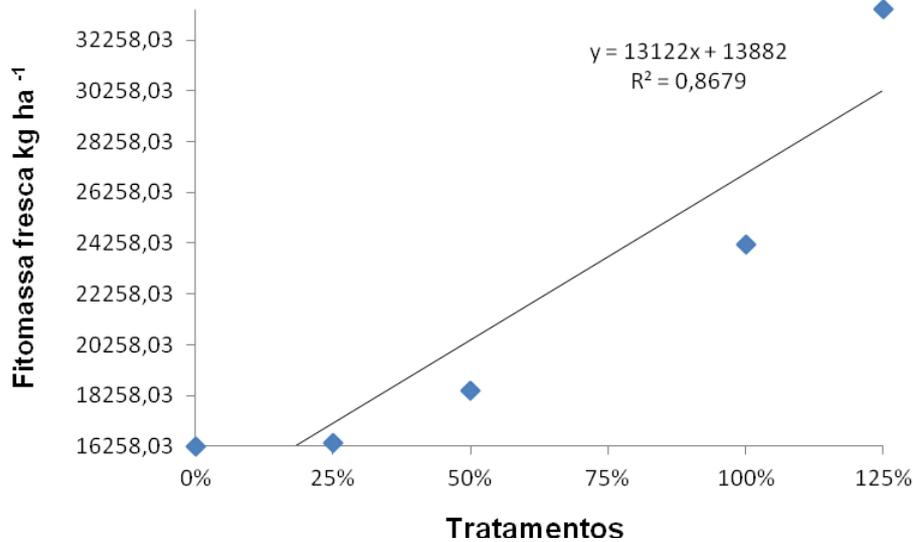


Figura 2. Produção de fitomassa fresca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

#### 4.1.2 Fitomassa seca da parte aérea

A produção de fitomassa seca total (tabela 2) na cultura do azevém foi influenciada pela adubação orgânica com vermicomposto. As maiores produções foram obtidas nos tratamentos mais adubados, o melhor tratamento foi T5 ( $5.719,19\text{kg ha}^{-1}$ ) seguido do T4 ( $3.824,75\text{kg ha}^{-1}$ ), os demais tratamentos tiveram produções menores. Estas produções estão dentro do esperado que é 2 a  $9\text{Mg ha}^{-1}$  de matéria seca ano conforme Monteiro et al. (1996) e Fontaneli et al. (2009).

Tabela 2. Produção total de fitomassa seca na cultura do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Tratamentos	Fitomassa seca $\text{kg ha}^{-1}$
T1	2.609,17
T2	2.656,67
T3	3.386,72
T4	3.854,57
T5	5.719,19

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

Observa-se na figura 3, que a produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) aumentou com a idade da planta em todos os tratamentos e que o T3 nos três primeiros cortes teve as maiores produções de fitomassa seca. No entanto, o T5 foi o tratamento com maior número de cortes.

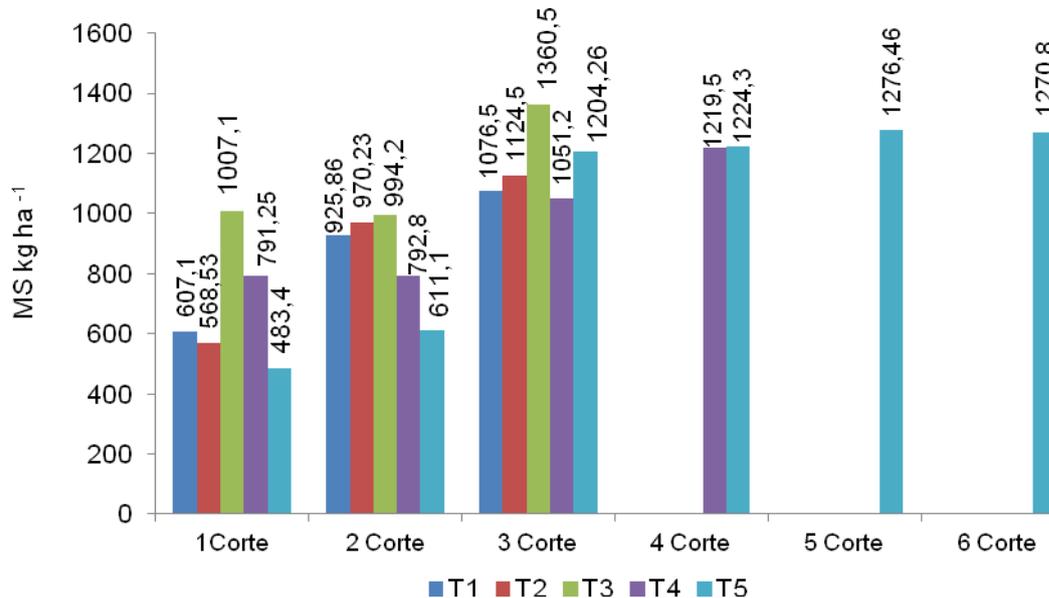


Figura 3. Produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém. Tratamentos (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Na tabela 3, comparando-se as porcentagens de fitomassa seca nos diferentes ciclos de desfolha verifica-se que o T5 teve as menores porcentagens em todos os cortes, variando de 9,56 a 19,64% exceto no primeiro corte onde os tratamentos T4 (11,37%) e T1 (12,79%) apresentaram os menores valores. Isto pode ser explicado pelo fato que o primeiro corte no T5 foi realizado no dia (18/05/2011), apenas 33 dias após a semeadura, no T4 (10/06/2011) 55 dias após a semeadura. Nos demais tratamentos o primeiro corte foi realizado (06/07/2011) 81 dias após a semeadura. O segundo e terceiro corte dos tratamentos T1, T2 e T3 foram realizados 01/09 e 18/10/2011 respectivamente. Os tratamentos T4 e T5 tiveram um maior número de cortes, quatro e seis respectivamente, com intervalos mais curtos entre os cortes totalizando 160 dias de ciclo, 13 dias a menos que os tratamentos menos adubados que tiveram 173 dias de ciclo. O último corte nos tratamentos T4 e T5 foram realizados no dia 26/09/2011.

Tabela 3. Porcentagem de fitomassa seca (%) nos diferentes ciclos de desfolha do azevém URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte	6º corte
T1	12,79	17,86	17,45			
T2	16,24	18,07	17,31			
T3	19,81	18,45	17,70			
T4	11,37	18,61	15,63	16,71		
T5	15,33	9,56	10,88	13,30	15,40	19,64

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da recomendação total da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Na figura 4 se observa que produção total de fitomassa seca variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 2256,1x + 2291,6$  ( $r^2 = 0,8467$ ). Os resultados concordam com Bicca et al. (2011), que comparando adubação orgânica com vermicomposto bovino e adubação mineral em plantas de centeio, observaram que a melhor produção de fitomassa seca foi no tratamento adubado com 100% da recomendação para vermicomposto bovino.

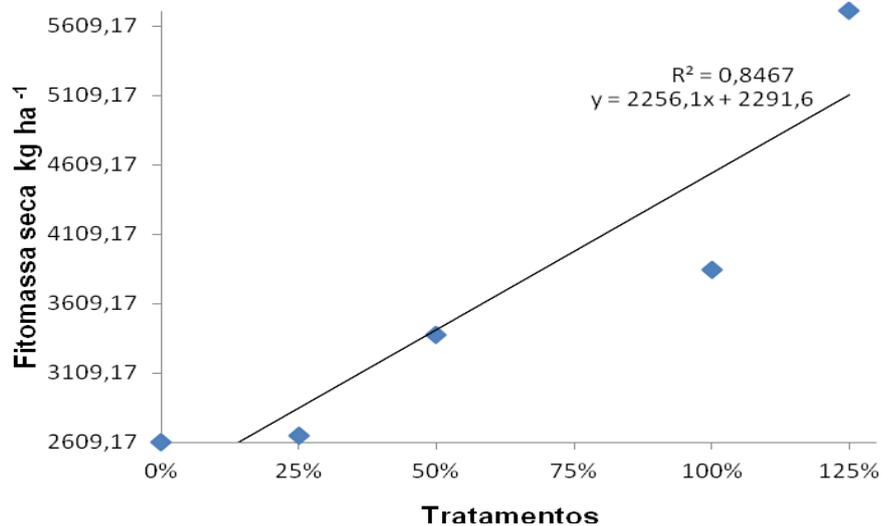


Figura 4. Produção de fitomassa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

#### 4.1.3 Proteína bruta

Observa-se na tabela 4 que em relação aos teores médios de proteína bruta (Tabela 4), foi verificado que o T5 apresentou o maior valor (22,05%), valor este

superior ao encontrado por Rosso (1999) que foi de 18,1%. Nos demais tratamentos foram encontrados valores menores que os 18,1% citados por Rosso (2009) mas próximos de 14,5% encontrado por Difante et al. (2006), sendo que o T4 (14,71%) apresentou-se superior aos demais tratamentos T1 (9,45%), T2 (9,04%) e T3 (9,72%).

Tabela 4. valores médios de proteína bruta na cultura do azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Tratamentos	Proteína bruta
T1	9,45
T2	9,04
T3	9,72
T4	14,71
T5	22,05

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

Na figura 5 encontram-se os dados de proteína bruta em função das doses de vermicomposto bovino, estes dados demonstram que quanto maior a dosagem de vermicomposto, maiores foram os teores de proteína bruta, até as dosagens estudadas.

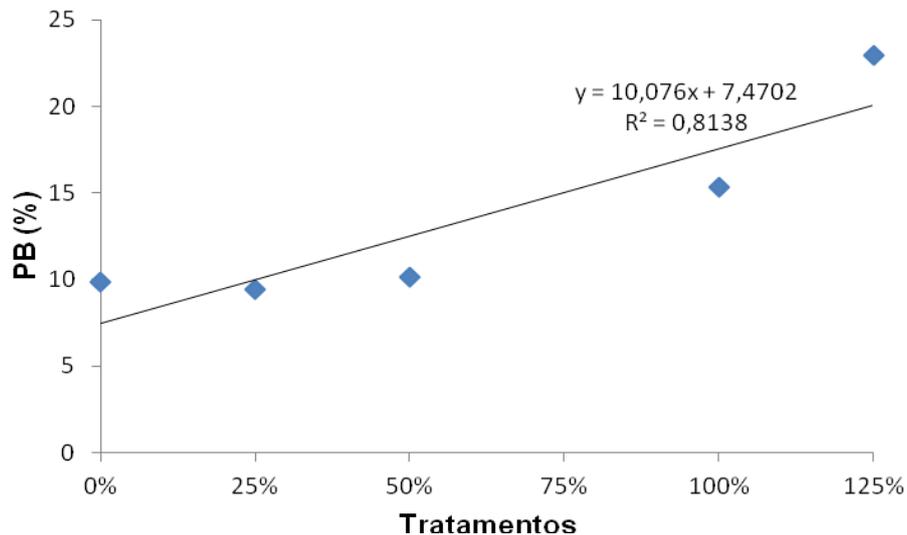


Figura 5. Porcentagem de proteína bruta na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

Observa-se na figura 6 que a porcentagem de proteína bruta diminuiu com a idade da planta na cultura do azevém Segundo Pedroso (2002), este fato esta

relacionado com o aumento na porcentagem de folhas mortas, caules e redução na proporção de folhas que ocorre com o avanço da maturidade das plantas, fatores estes que causam redução no teor de proteína bruta. Nos primeiros quatro cortes de azevém o T5 apresentou valores elevados de proteína bruta quando comparado com os demais tratamentos. Estes valores variaram de 33,8 (primeiro corte) a 20,8% (quarto corte) diminuindo nos cortes subsequentes até atingir 9,9% de proteína bruta no final do ciclo, valores estes muito próximos dos encontrados por Rosso (1999) no início do ciclo vegetativo do azevém que foi de 31,65 e 12,2 % de proteína bruta no final do ciclo. A proteína bruta das plantas forrageiras inclui tanto a proteína verdadeira quanto o nitrogênio não proteico (NNP), este valor de 33,8% encontrado no primeiro corte do T5, pode ser NNP uma vez que a % PB foi determinada pela análise do nitrogênio. Como as plantas foram cortadas sempre no horário da manhã pode ter ocorrido acúmulo de nitrato na parte aérea das plantas de azevém.

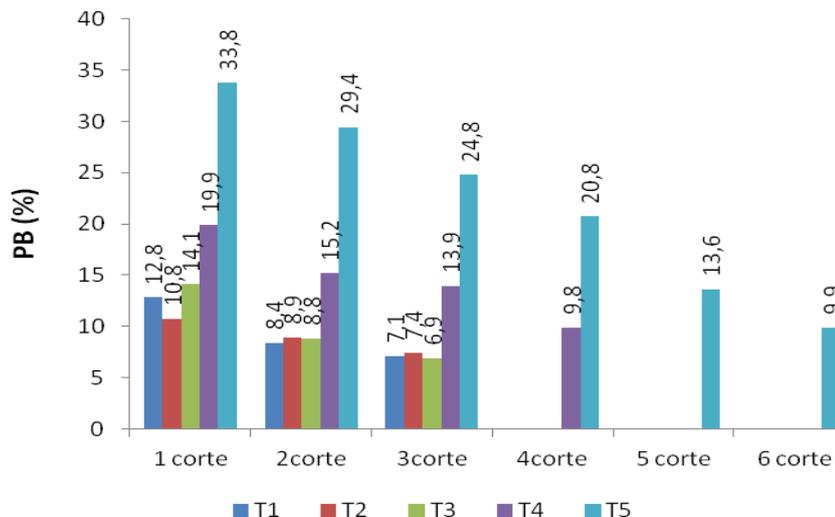


Figura 6. Proteína bruta (%) a cada ciclo de desfolha do azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS) + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

#### 4.1.4 Nitrogênio

Verifica-se na figura 7 que em todos os tratamentos a porcentagem de nitrogênio diminui com o avanço da maturidade da planta. Segundo Jones (1985), a maior concentração de nitrogênio na parte aérea ocorre em plantas jovens, e diminui com a idade. Essa diminuição ocorre devido à produção de internódios (caule + bainha), que apresentam concentrações muito baixas de nitrogênio. Também com o

aumento da idade, a proporção de folhas velhas, com teores mais baixos de nitrogênio, aumenta em relação à quantidade de folhas jovens, que usualmente apresentam teores mais elevados de nitrogênio. A tabela 5 apresenta os teores médios de nitrogênio, onde observa-se que o T5 apresentou o maior valor ( $3,52\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), seguido do T4 ( $2,35\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ). Nos demais tratamentos a quantidade de nitrogênio variou de ( $1,44\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) no T1 a ( $1,55\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) no T3. Segundo Matos et al.(2005), uma boa concentração de nitrogênio para forrageiras esta entre 1,2 a  $1,8\text{g } 100\text{g}^{-1}$ , os tratamentos T1,T2 e T3 encontram-se dentro desta faixa, os tratamentos T4 e T5 apresentam valores mais elevados. Para Gomes e Reis (1999), um azevém com ótima qualidade apresenta  $24,3\text{g } \text{kg}^{-1}$  de nitrogênio, verifica-se que o T4 apresenta  $23,5\text{g } \text{kg}^{-1}$ , este valor concorda com os valores encontrados por Arrobas et al. (2009), que trabalhando com diferentes adubos orgânicos no azevém encontrou resultados que variaram de 25 a  $28\text{g } \text{kg}^{-1}$  de nitrogênio na matéria seca, também concordam com Asmann et al. (2007) que encontraram teores de  $26\text{g } \text{ha}^{-1}$  de nitrogênio em um consórcio de azevém com aveia com a aplicação de  $418\text{kg } \text{ha}^{-1}$  de esterco líquido suíno.

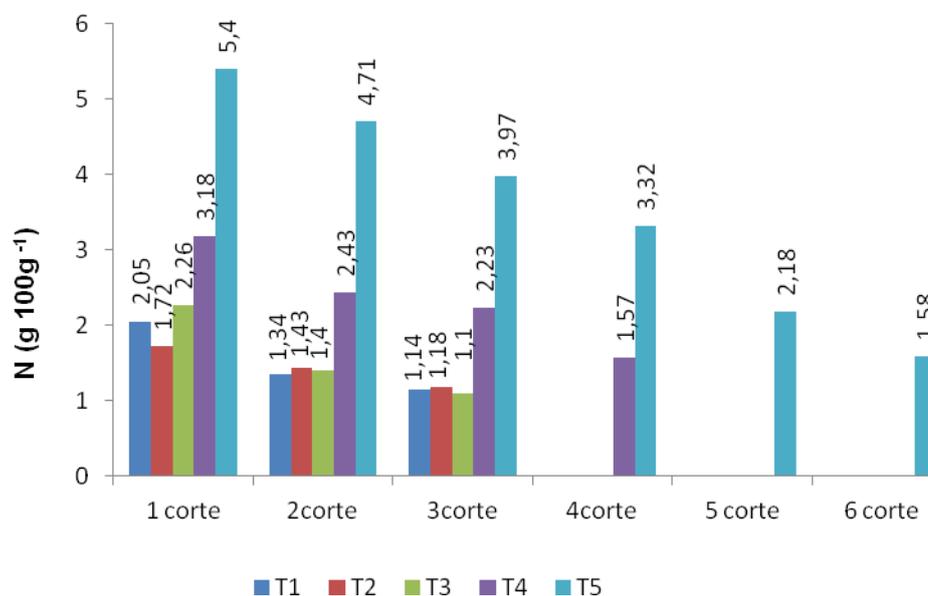


Figura 7. Concentração de nitrogênio ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Na figura 8 se observa que a concentração de nitrogênio variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 1,547x + 1,1458$  ( $r^2 = 0,8137$ ).

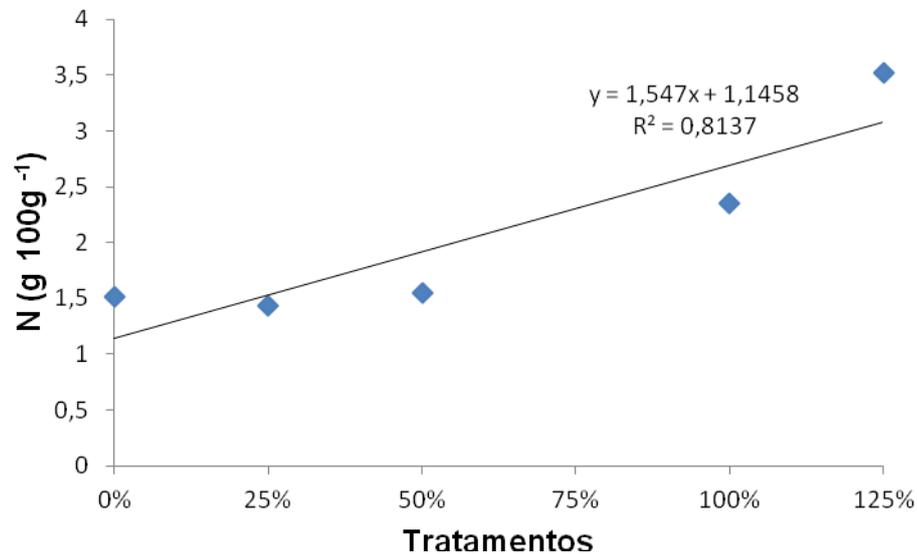


Figura 8. Concentração de nitrogênio na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

Reportando-nos a figura 3 e observando a figura 7, verifica-se que o teor de nitrogênio diminuiu com o aumento da produção de fitomassa seca, o que concorda com Silva e Faria (1995) que avaliaram a variação estacional da concentração de nutrientes de cinco gramíneas, através de avaliações mensais, e observaram que nos meses com maiores produções de matéria seca foram obtidos os menores teores de nitrogênio, independente da época do ano avaliada. Também concordam com Arrobas et al. (2009) que observaram que a medida que decorreu o ciclo vegetativo a concentração de nitrogênio na matéria seca foi diminuindo, devido a menor disponibilidade deste elemento no solo. Pela interpretação da ROLAS (2004), apenas o T4 está dentro da faixa de suficiência para azevém 2,5-3,0g 100g<sup>-1</sup> estando os demais tratamentos abaixo, exceto o T5 que apresenta valores mais elevados.

Tabela 5. Concentração média de macronutrientes ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) no tecido foliar de plantas de azevém, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
T1	1,44	0,34	1,05	0,35	0,17
T2	1,51	0,30	2,17	0,42	0,19
T3	1,55	0,33	2,31	0,38	0,18
T4	2,35	0,41	2,61	0,37	0,20
T5	3,52	0,64	2,72	0,38	0,24
ROLAS	2,5-3,0	0,25-0,35	2,0-2,5	-	-

Tratamentos : (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

#### 4.1.5 Potássio

Em relação ao potássio, se observa na figura 9 que na cultura do azevém os teores foliares responderam de forma crescente a aplicação da adubação orgânica, apresentando resposta linear  $y = 0,5502x + 2,0419$  ( $r^2 = 0,9981$ ).

Em todos os tratamentos a concentração de potássio diminui com o aumento da idade da planta (figura 10), o que segundo Jones, (1985) está relacionado com o maior incremento na quantidade de materiais estruturais (como celulose e lignina) do que conteúdo celular, bem como, ao aumento na relação haste/folha (WILSON e MANNETJE, 1978).

Para Gomide (1994), concentrações foliares de 15 a  $20 \text{g kg}^{-1}$  de potássio garantem um bom suprimento para plantas forrageiras. Quando se observa a tabela 5 verificamos que todos os tratamentos apresentam valores superiores a  $20 \text{g kg}^{-1}$ , exceto o T1. O valor encontrado no tratamento T4 ( $26,1 \text{g kg}^{-1}$ ), concorda com Matos et al. (2005) que avaliaram a concentração de macronutrientes em plantas de azevém adubadas com água residuária da lavagem e despolpa do cafeeiro, e encontraram uma concentração de potássio na parte aérea de  $26,61 \text{g kg}^{-1}$ .

Pela interpretação da Rolas (2004), apenas os tratamentos, T2 e T3 estão dentro da faixa de suficiência para azevém ( $2,0-2,5 \text{g } 100 \text{g}^{-1}$ ) estando o T1 abaixo e o T4 e o T5 acima desta faixa.

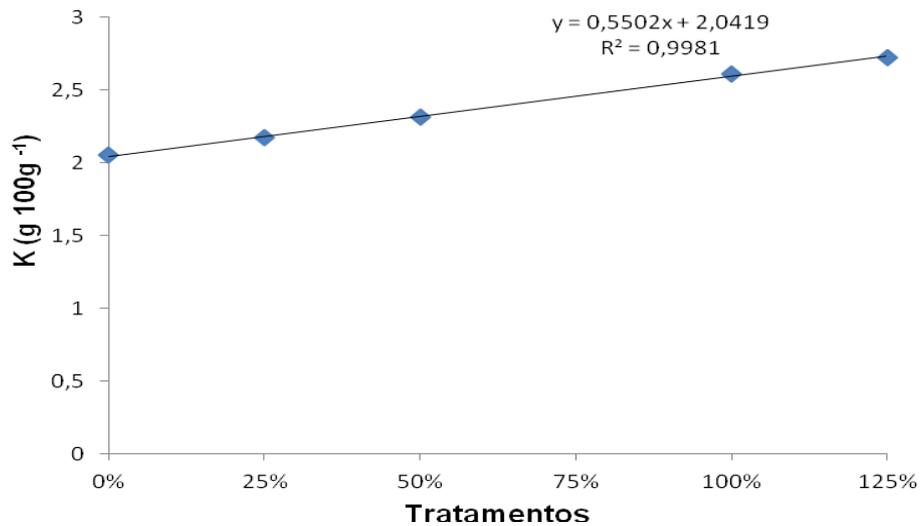


Figura 9. Concentração de potássio na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

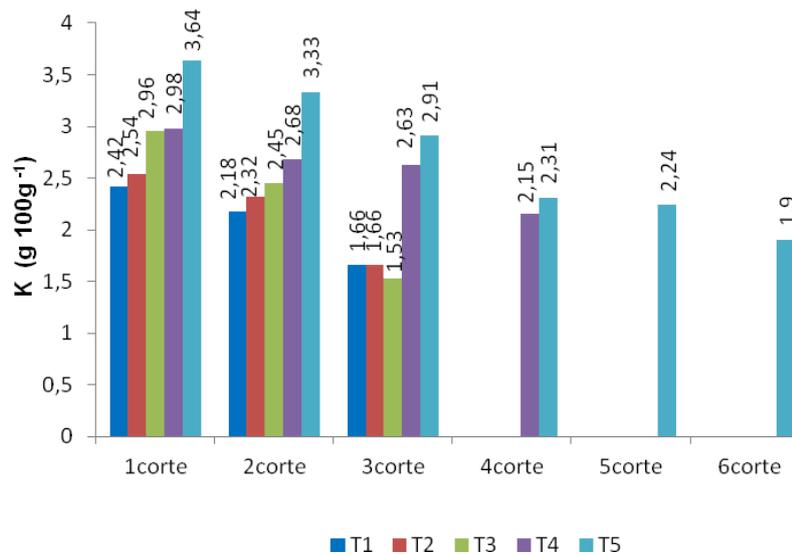


Figura 10. Concentração de potássio (g 100 g<sup>-1</sup>) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

#### 4.1.6 Fósforo

Verifica-se na figura 11 que em todos os tratamentos os teores foliares de fósforo diminuíram com a idade da planta. Este decréscimo na concentração de fósforo na parte aérea com o incremento da idade é resultado do decréscimo na proporção de tecidos meristemáticos, com altos teores de fósforo por tecidos

estruturais, com baixas concentrações de fósforo (JONES, 1985). Herrera e Hernandez (1987) atribuíram a diminuição no teor de fósforo em *Coast Cross* a uma menor demanda desse nutriente em estados mais avançados das plantas, em decorrência da queda na sua idade metabólica, predominando apenas funções de manutenção.

Segundo Matos et al.(2005) o valor de fósforo adequado para forrageiras em pastejo é igual a  $1,8\text{g kg}^{-1}$ . Silva e Leite (2000) avaliaram a composição química de forrageiras de inverno e verificaram que a concentração de fósforo foi igual a  $4\text{g kg}^{-1}$  para o azevém. Na tabela 5 se observa que as concentrações encontradas estão bem acima do que sugere Matos et al (2005),mas estão próximas dos valores encontrados por Silva e Leite (2000) sendo que o T4 apresentou valores de  $4,14\text{g kg}^{-1}$ . O tratamento que obteve a maior concentração foi o T5 ( $0,64\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ). Pela interpretação da Rolas (2004), apenas os tratamentos T1,T2 e T3 estão dentro da faixa de suficiência para azevém ( $0,25\text{-}0,35\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) estando os demais tratamentos acima desta faixa.

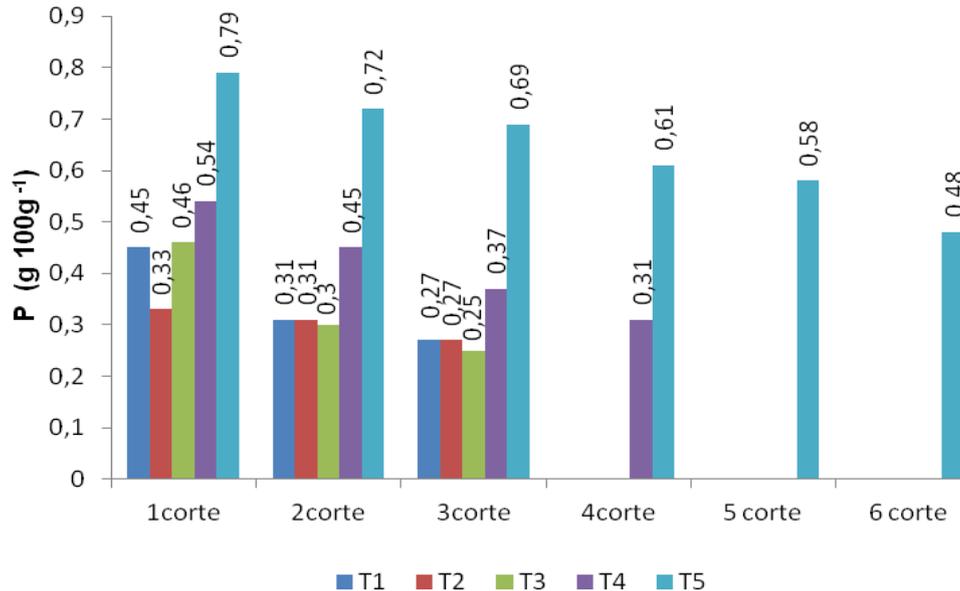


Figura 11. Concentração de fósforo ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Na figura 12 se observa que a concentração de fósforo variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 0,2163x + 0,2802$  ( $r^2 = 0,6888$ )

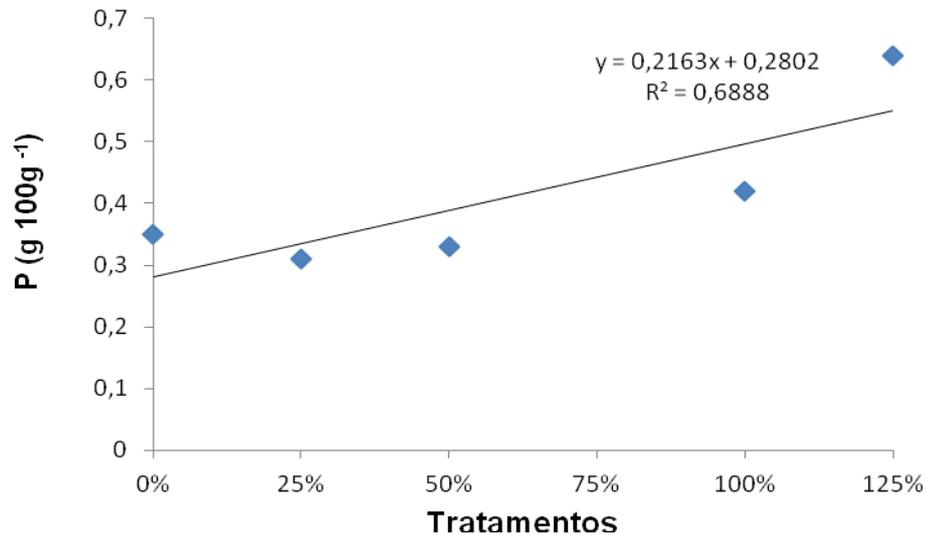


Figura 12. Concentração de fósforo na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

#### 4.1.7 Magnésio e cálcio

Analisando-se a figura 13 verifica-se que nos tratamentos T1 e T2 os teores foliares de magnésio na cultura do azevém aumentaram até o segundo corte, se mantendo estável no terceiro corte. Nos demais tratamentos os valores mantiveram-se estáveis, sendo que o T5 teve uma leve variação no quarto e quinto corte. Pela tabela 5 verifica-se que o melhor tratamento foi o T5 que apresentou teores foliares de  $0,24g\ 100g^{-1}$ . Para Mayland e Grunes (1979) concentrações em forrageiras menores que  $2g\ kg^{-1}$  de magnésio na massa seca e maiores que  $3g\ kg^{-1}$  de potássio podem causar tetania dos pastos. No azevém apenas o T4 e T5 tiveram teores foliares de magnésio maiores que  $2g\ kg$ . Em relação ao potássio os teores foliares são bem maiores que  $3g\ kg^{-1}$ . Os dados encontrados neste trabalho em todos os tratamentos discordam de Prado (2008) que cita como adequado um teor de magnésio para azevém de  $0,1$  a  $0,15g\ 100g^{-1}$ .

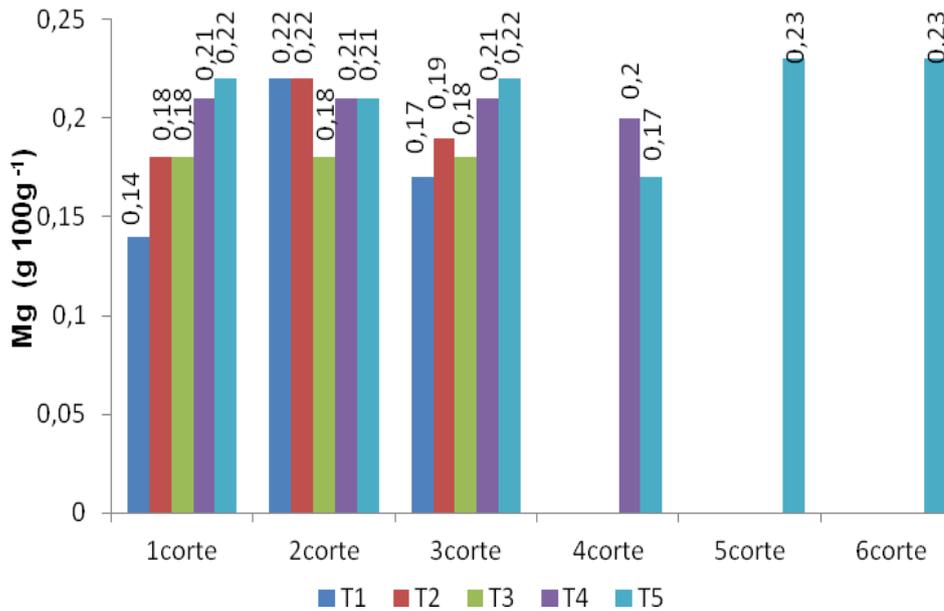


Figura 13. Concentração de magnésio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

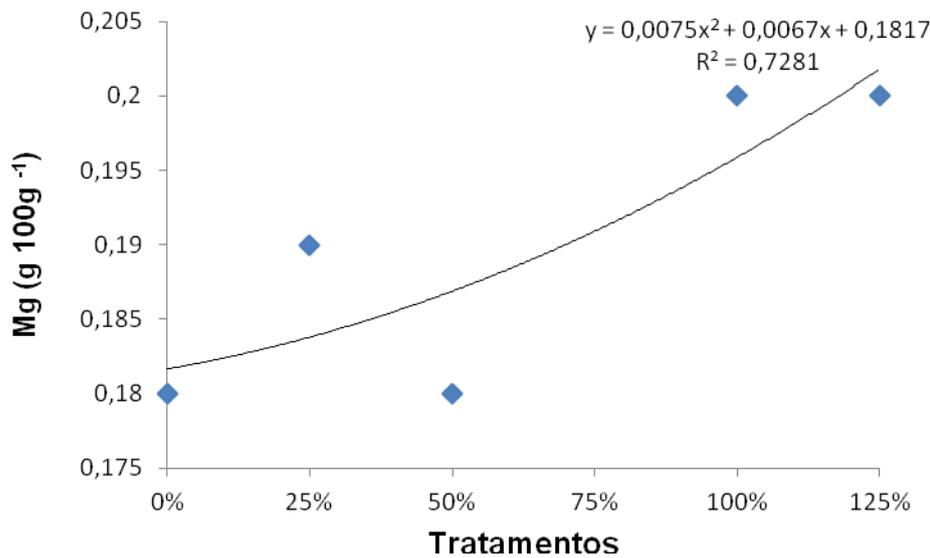


Figura 14. Concentração de magnésio na cultura do azevém em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

Observa-se na figura 15 que os teores foliares de cálcio diminuíram com a idade da plantas. Todos os tratamentos obtiveram valores mais elevados no primeiro corte, que diminuíram no segundo e se mantiveram iguais no terceiro corte. Nos tratamentos T4 e T5 os teores foliares foram menores no quarto corte, se mantendo

estável no T5 nos demais cortes, para Minson (1990) a variação dos teores de cálcio em forrageiras com o avanço da idade da planta, pode ser decrescente, estável ou oscilante, dependendo da espécie. Verifica-se na tabela 5 que o melhor tratamento foi o T2 (0,42g 100g<sup>-1</sup>), os demais tratamentos apresentaram valores menores. Estes dados concordam com Prado (2008), que cita como adequado para azevém um teor de cálcio de 0,3 a 0,5g 100g<sup>-1</sup>.

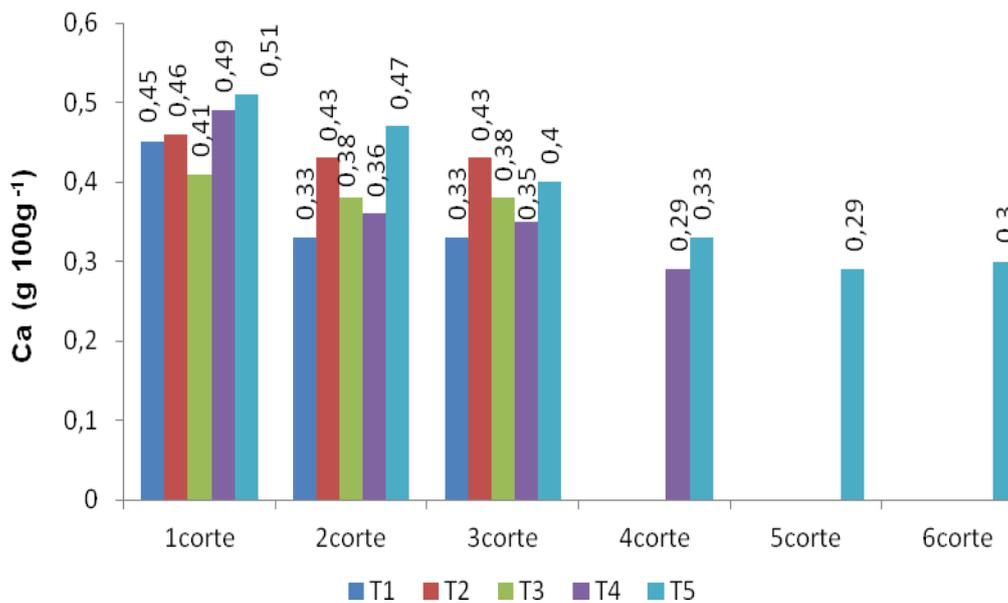


Figura 15. Concentração de cálcio (g 100 g<sup>-1</sup>) a cada ciclo de desfolha no azevém (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

## 4.2 MILHETO

### 4.2.1 Fitomassa fresca da parte aérea

A produção de fitomassa fresca total na cultura do milho (figura 16) foi influenciada pela adubação orgânica com vermicomposto, apresentando resposta linear:  $y = 5173,1x + 38216$  ( $r^2 = 0,7577$ ). As maiores produções foram obtidas nos tratamentos mais adubados, sendo o T5 o melhor tratamento com uma produção de 45.560,79kg ha<sup>-1</sup>, seguido pelo T3 com 42.826,10kg ha<sup>-1</sup> (tabela 6), estes valores não concordam com Kichel e Miranda (2000), onde o milho pode chegar a uma produção de 60Mg ha<sup>-1</sup> de matéria verde, mas são superiores aos encontrados por Rockemback et al. (2011) que utilizando 50kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na cultivar ADR 500 em Cruz Alta-RS obtiveram 30.252,00kg ha<sup>-1</sup> de matéria verde.

Tabela 6. Produção total fitomassa fresca na cultura do milho, URCAMP, Bagé,RS,2011-2012.

Tratamentos	Fitomassa fresca kg ha <sup>-1</sup>
T1	35.164,20
T2	38.676,90
T3	42.826,10
T4	41.488,69
T5	45.560,79

Tratamentos:(T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

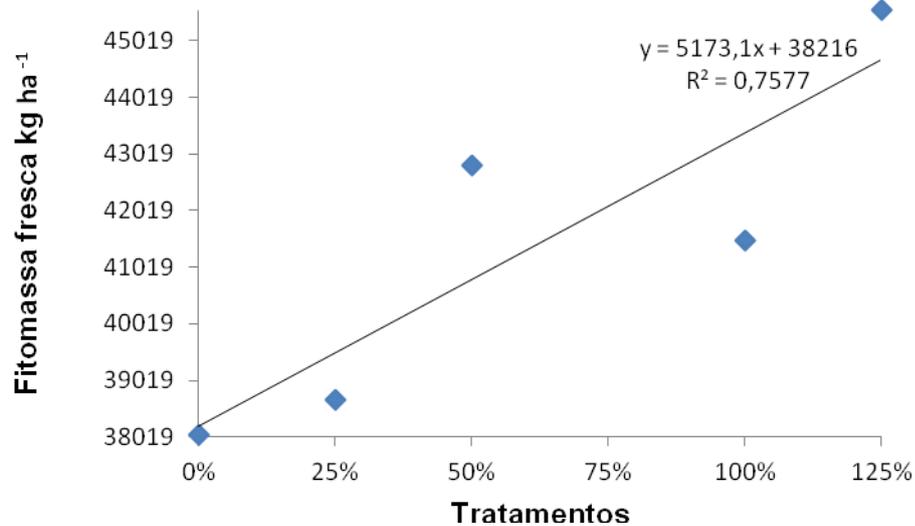


Figura 16. Produção de fitomassa fresca (kg ha<sup>-1</sup>) na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

#### 4.2.2 Fitomassa seca da parte aérea

Os dados de produção de fitomassa seca (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura do milho podem ser observados na figura 17. Pode-se verificar que ocorreu aumento da produção com a idade da planta em todos os tratamentos, o T3 (2.488,50kg ha<sup>-1</sup>) no primeiro corte apresentou a maior produção de fitomassa seca (kg ha<sup>-1</sup>). No entanto no segundo e terceiro corte as maiores produções foram no T4 (3.959,20 e 4.404,30kg ha<sup>-1</sup>) e T5 (4.098,60 e 4.624,40kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Na cultura do milho a adubação orgânica não teve influência no número de cortes, todos os tratamentos tiveram três cortes. Na figura 18 se observa que a produção de fitomassa seca total variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 3450,3x + 7133,2$  ( $r^2 = 0,9753$ ). A maior produção foi obtida no T5 (11.129,90kg ha<sup>-1</sup>) seguido do T4 (10.826,60kg ha<sup>-1</sup>). Estas

produções estão abaixo do esperado, que esta na faixa de 15 a 20Mg ha<sup>-1</sup> segundo Fontanelli et al. (2009); Kichel e Miranda (2000), porém, os dados estão dentro do esperado para o Rio Grande do Sul, onde tem se obtido produções que variam de 6,2 a 15,6Mg ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca (CÓSER e MARASCHIN, 1983; MORAES,1984; ROCKENBACK et al., 2011).

Estas produções abaixo do esperado podem ter sido consequência da adubação orgânica, uma vez que a dose de nitrogênio utilizada foi 93kg ha<sup>-1</sup> e a dose recomendada pela Rolas situava-se entre 100-200kg ha<sup>-1</sup>. Maiores doses de nitrogênio poderiam ter contribuído para uma maior produção de fitomassa seca.

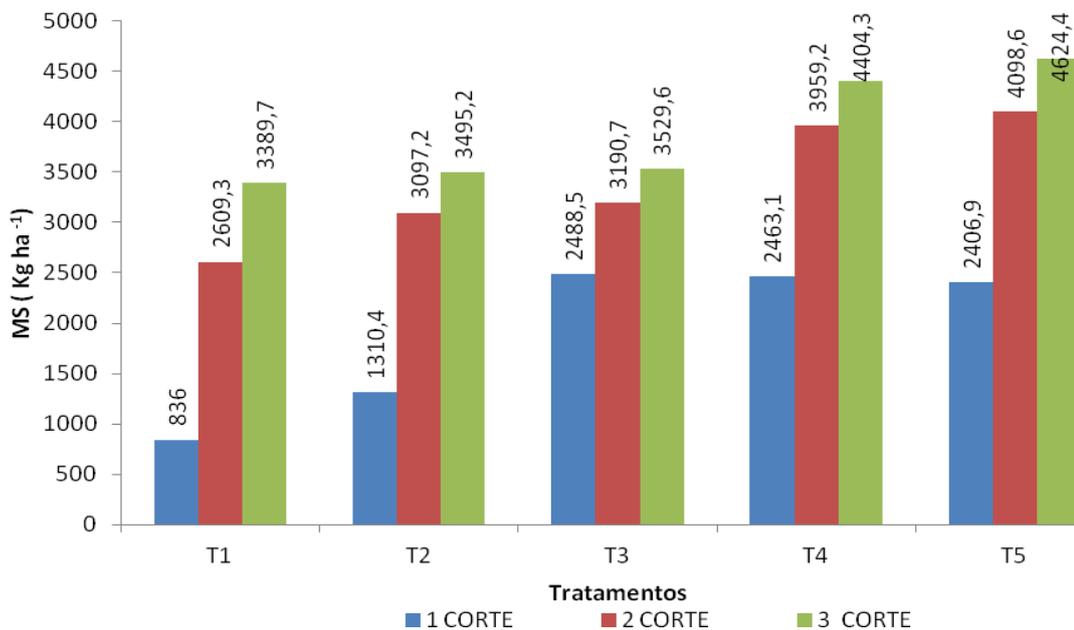


Figura 17. Produção de fitomassa seca (kg ha<sup>-1</sup>) a cada ciclo de desfolha do milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Alguns autores relacionam o aumento da produção de fitomassa seca com a relação Ca:Mg do solo. Para Oliveira (1993), o rendimento de fitomassa seca e a nutrição do milho em função da relação Ca:Mg no solo (variações de 1 a 12:1) não foram afetados, houve apenas uma tendência ao aumento da mesma com o aumento da relação Ca:Mg no solo. Para Arantes (1983), a relação Ca:Mg de 5:1 estabelecida no nível de 60% forneceu a maior produção de fitomassa seca no milho. Os dados obtidos neste trabalho concordam com Oliveira (1993), onde a referida relação não influenciou a produção de fitomassa seca em nenhuma das culturas.

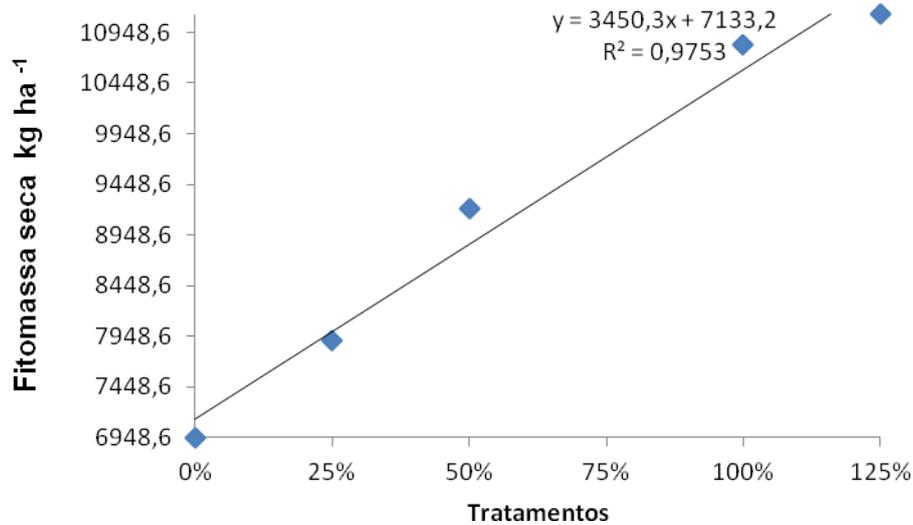


Figura 18. Produção de fitomassa seca (kg ha<sup>-1</sup>) na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

#### 4.2.3 Proteína bruta

Em relação a variável proteína bruta média, na figura 19, se observa que houve uma variação em relação as doses de vermicomposto bovino utilizadas, apresentando resposta linear  $y = 1,6693x + 9,5344$  ( $r^2 = 0,7089$ ). Os maiores valores foram encontrados nos tratamentos T5 (11,84%), T3 (11,07%) e T4 (10,53%) seguidos pelo T2 (10,15) e T1 (9,09). Estes valores de proteína bruta estão bem abaixo dos valores encontrados por Kichel e Miranda (2000), que é de 24%. Abaixo também dos valores encontrados por Jochims et al., (2010) que trabalhando com milho em sistema de pastejo com cordeiras, observaram que a pastagem de milho apresentou teor de PB de 16,61%. Também não concordam com Morselli (2010), que trabalhando com forragem hidropônica com solução a base de vermicomposto bovino e suíno, encontrou valores de 22,20 e 22,32%, respectivamente. Já Maraschin (1979) cita que, utilizando milho em pastejo contínuo, observou queda na porcentagem de proteína bruta (PB) a partir de fins de março que variaram de 17,2 a 7,6. Valores semelhantes foram encontrados neste experimento (figura 20), onde verifica-se uma redução no teor de proteína bruta com o avanço da idade da planta. Para Minson (1990), as gramíneas de clima tropical apresentam teores de PB inferiores a 100g kg<sup>-1</sup> de MS.

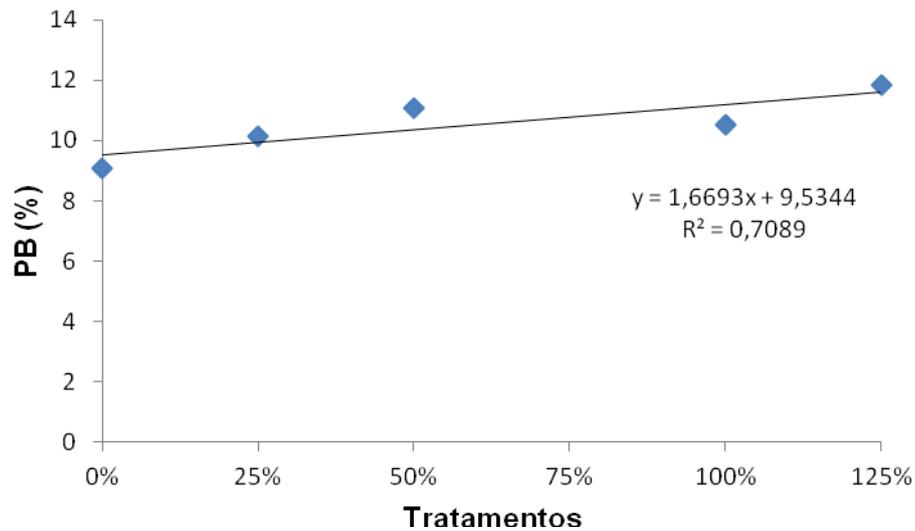


Figura 19. Porcentagem de proteína bruta na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

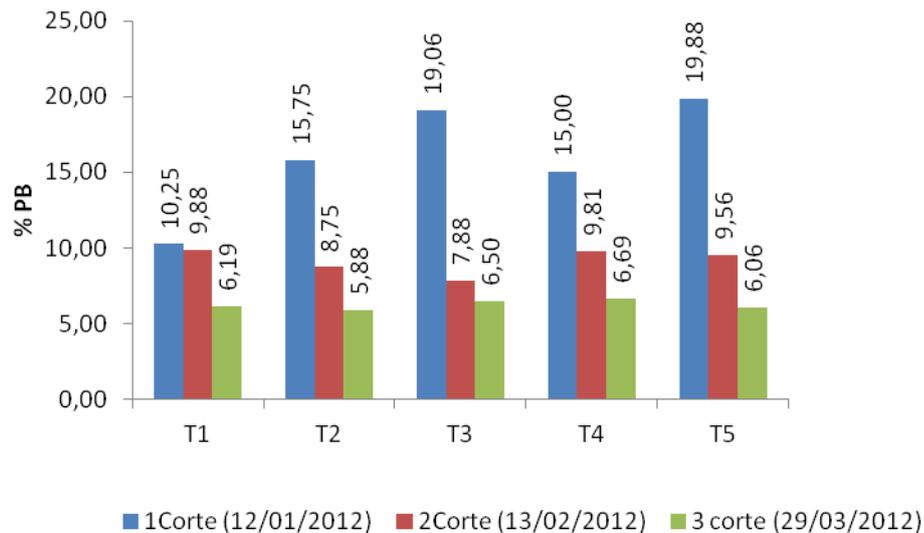


Figura 20. Proteína bruta (%) a cada ciclo de desfolha do milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

#### 4.2.4 Nitrogênio

Na figura 21 se observa que os teores de nitrogênio diminuíram com o avanço da maturidade da planta em todos os tratamentos. Para Jones (2005), a concentração de nitrogênio nos tecidos das gramíneas varia com a idade e com a parte da planta utilizada. A maior concentração de nitrogênio na parte aérea ocorre em plantas jovens, e a concentração diminui com a idade. Essa diminuição ocorre

devido a produção de caule e bainha, que apresentam concentrações muito baixas de nitrogênio. Os dados da figura 21 discordam de Braz et al. (2004), que observaram que a maior concentração de nitrogênio em plantas de milho ocorreu aos 55 dias após a germinação, atingindo valores de  $348\text{kg ha}^{-1}$  e diminuindo posteriormente.

A tabela 7 apresenta os teores médios de nitrogênio. Observa-se que o T5 apresentou o maior valor ( $1,89\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), seguido do T3 ( $1,77\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), nos demais tratamentos a quantidade de nitrogênio variou de  $1,45\text{g } 100\text{g}^{-1}$  no T1 a  $1,68\text{g } 100\text{g}^{-1}$  no T4. Os valores encontrados por Matos et al. (2005)  $23,4\text{g kg}^{-1}$  são superiores aos encontrados neste trabalho. Estes resultados diferem também de Bonamigo (1999), que observou um teor de  $34,2\text{g kg ha}^{-1}$  nas folhas de milho, mas estão de acordo com o que sugere Matos (2005), onde uma boa concentração de nitrogênio para forrageiras está entre  $1,2$  a  $1,8\text{g } 100\text{g}^{-1}$ . Pela interpretação da ROLAS (2004) os valores encontrados neste trabalho estão abaixo da faixa de suficiência para milho ( $2,0-3,0\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ).

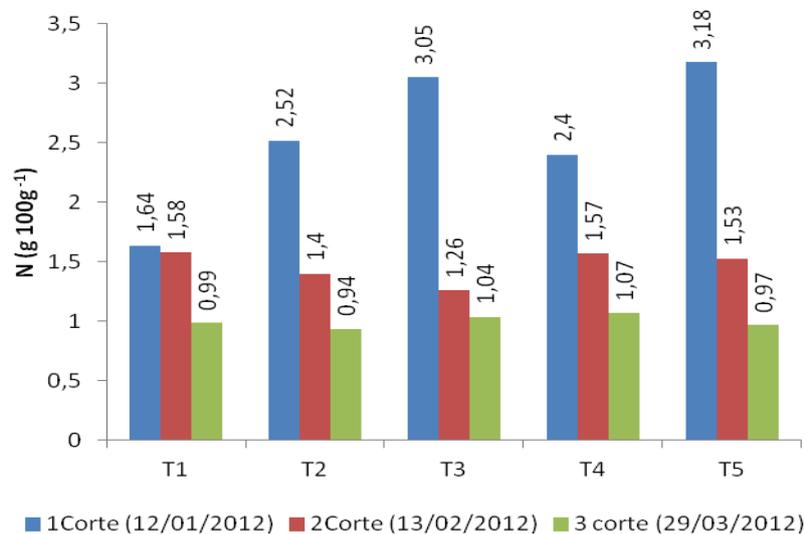


Figura 21. Concentração de nitrogênio ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011.

Em relação a variável nitrogênio, na figura 22, se observa que houve uma variação em relação as doses de vermicomposto bovino utilizadas, apresentando resposta linear  $y = 0,2665x + 1,5221$  ( $r^2 = 0,7026$ ).

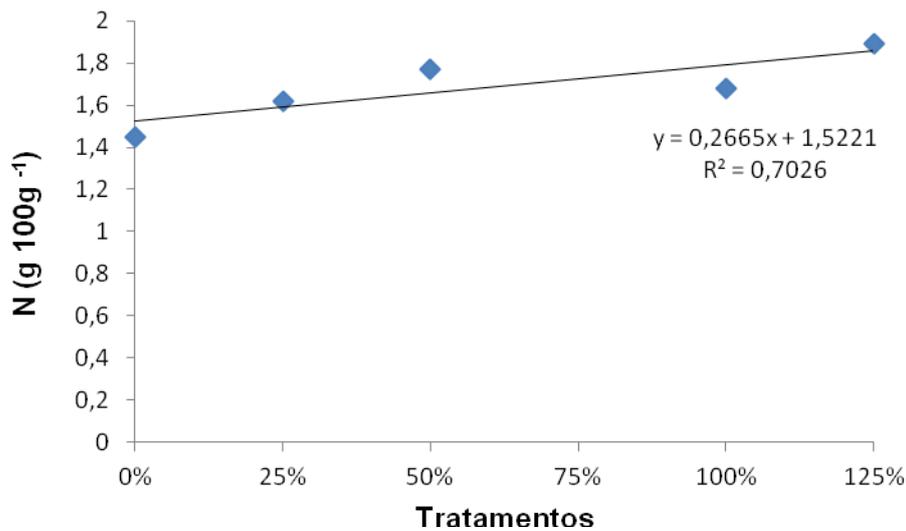


Figura 22. Concentração de nitrogênio na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

Tabela 7. Concentração média de macronutrientes (g 100 g<sup>-1</sup>) no tecido foliar de plantas de milho, URCAMP, Bagé,RS,2011-2012.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
T1	1,45	0,35	2,00	0,40	0,31
T2	1,62	0,39	2,29	0,39	0,31
T3	1,77	0,39	2,54	0,42	0,31
T4	1,68	0,43	2,59	0,39	0,37
T5	1,89a	0,37	2,59	0,41	0,35

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

#### 4.2.5 Potássio

Avaliando a figura 23, observa-se o teor de potássio diminuiu do primeiro para o terceiro corte. Isto ocorre devido ao maior incremento na quantidade de materiais estruturais (como celulose e lignina) do que conteúdo celular (JONES, 1985). Na mesma figura verifica-se que os tratamentos mais adubados tiveram as maiores concentrações de potássio no primeiro corte e no último corte todos os tratamentos tiveram concentrações semelhantes.

Para Gomide (1994), concentrações foliares de 15 a 20g kg<sup>-1</sup> de potássio garantem um bom suprimento para plantas forrageiras. Na tabela 7, se observa que apenas o tratamento T1 (20,0g kg<sup>-1</sup>) está dentro desta faixa, todos os outros apresentam valores mais elevado, estes valores estão abaixo dos valores encontrados por Matos et al. (2005) que avaliaram a concentração de

macronutrientes em plantas milho adubadas com água residuária da lavagem e despolpa do cafeeiro, e encontraram uma concentração de potássio de  $44,1 \text{ g kg}^{-1}$ .

Segundo a interpretação da ROLAS (2004), apenas os tratamentos T3, T4 e T5 estão dentro da faixa de suficiência para plantas de milho ( $2,5\text{-}4,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ).

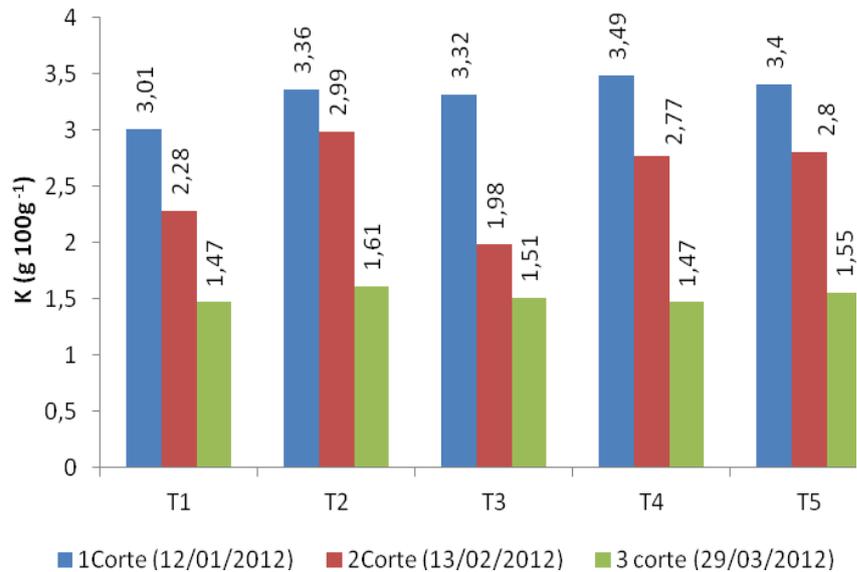


Figura 23. Concentração de potássio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.

Na figura 24 se observa que a produção de fitomassa seca total variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 0,4316x + 2,143$  ( $r^2 = 0,759$ ).

#### 4.2.6 Fósforo

O comportamento do milho pode ser observado na figura 25. Os teores foliares de fósforo aumentaram com a idade da planta até o segundo corte, após manteve-se estável com uma pequena variação. Esse padrão da marcha de absorção de nutrientes ocorre em plantas de milho, Braz (2004) observou que as maiores acumulações de fósforo ocorreram em intervalo de 52 a 55 dias após a germinação, e os valores estimados foram  $36 \text{ kg ha}^{-1}$ . O mesmo autor relata que a curva de extração de nutriente ao longo do tempo de cultivo segue a do crescimento da planta, explicado por uma “curva sigmoide”.

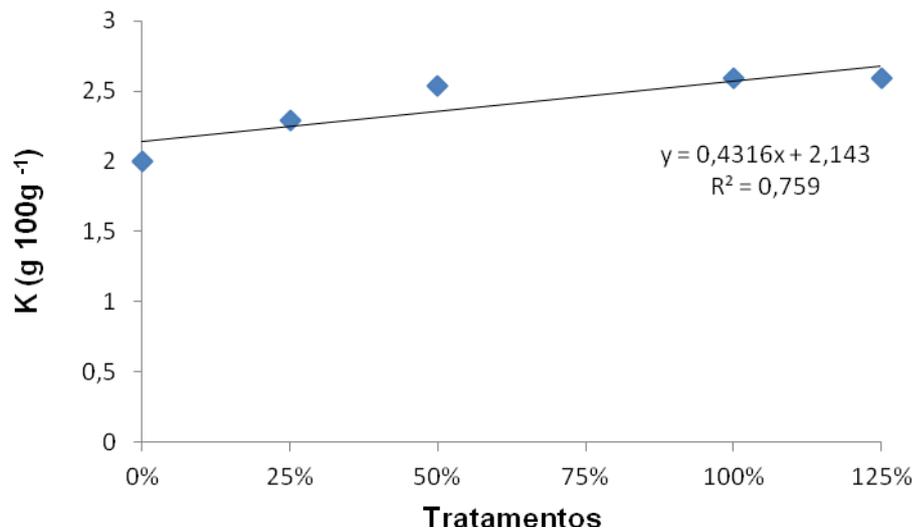


Figura 24. Concentração de potássio na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

Segundo Matos et al. (2005) o valor de fósforo adequado para forrageiras em pastejo é igual a  $1,8\text{g kg}^{-1}$ . Stobbs (1975) encontrou valores de  $1,9\text{g kg}^{-1}$  nas folhas de milho no estágio vegetativo. Na tabela 7 se observa que as concentrações encontradas estão bem acima do que sugere Matos et al (2005). No milho, o tratamento que obteve a maior concentração foi o T4 ( $0,43\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), seguido pelo T2 ( $0,39\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) e T3 ( $0,39\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ).

Pela interpretação da ROLAS (2004), todos os tratamentos encontram-se acima da faixa de suficiência para plantas de milho  $0,2\text{-}0,3\text{g } 100\text{g}^{-1}$ .

Na figura 26 se observa que a concentração de fósforo no tecido foliar variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = -0,1262x^2 + 0,1858x + 0,3471$  ( $r^2 = 0,6993$ ).

#### 4.2.7 Magnésio e cálcio

Na figura 27 verifica-se que nas plantas de milho os teores foliares de magnésio aumentaram com o aumento da idade da planta em todos os tratamentos, exceto no T4 que o teor diminuiu no segundo corte. Também no terceiro corte todos os tratamentos apresentaram valores bem mais elevados. Na tabela 7 verifica-se que para a variável magnésio o tratamento que apresentou maior valor foi o T4 ( $0,37\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), nos demais tratamentos os teores foliares situaram-se entre  $0,31\text{-}0,35\text{g } 100\text{g}^{-1}$ . Para Mayland e Grunes (1979) concentrações em forrageiras menores que  $0,2\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de magnésio na massa seca e maiores que  $0,3\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de potássio

podem causar tetania dos pastos. No milho todos os tratamentos tiveram teores maiores para o magnésio. Em relação ao potássio, os teores foliares são bem maiores que  $0,3\text{g } 100\text{g}^{-1}$ . Os dados encontrados neste experimento discordam de Prado (2008), que cita como teores adequados de cálcio e magnésio  $5\text{g kg ha}^{-1}$  em plantas de milho.

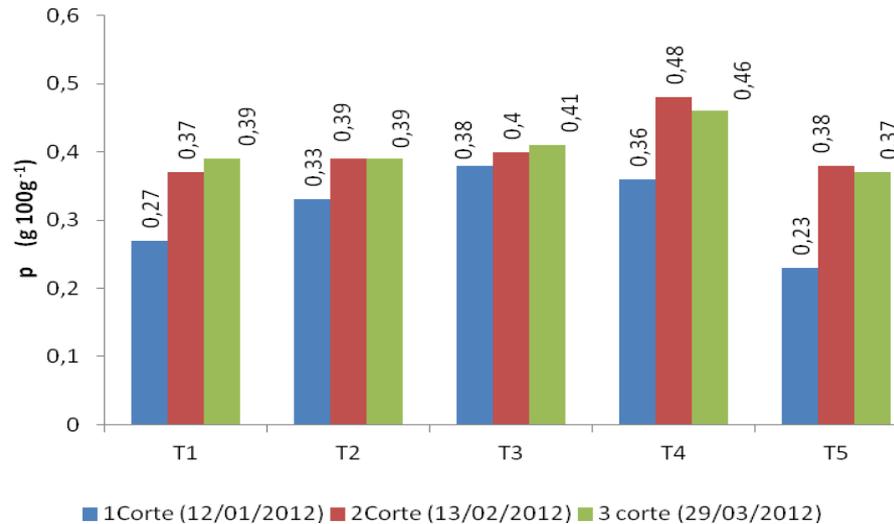


Figura 25. Concentração de fósforo ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.

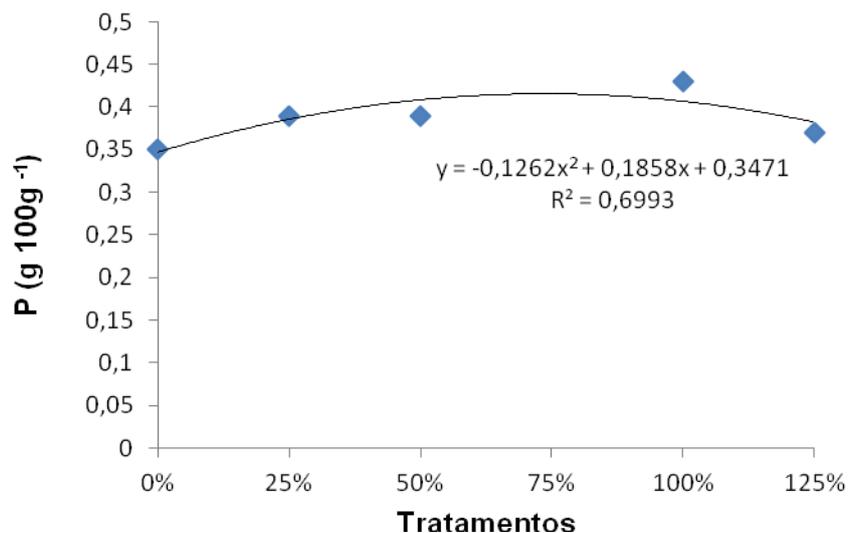


Figura 26. Concentração de fósforo na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

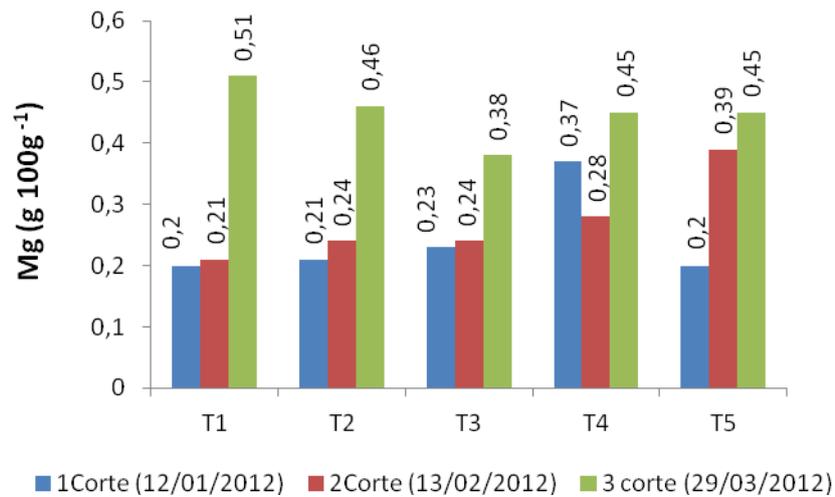


Figura 27. Concentração de magnésio ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha do milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.

Na figura 28 se observa que a concentração de magnésio no tecido foliar variou em função das doses de vermicomposto bovino, apresentando resposta linear:  $y = 0,0465x + 0,3021$  ( $r^2 = 0,7267$ ).

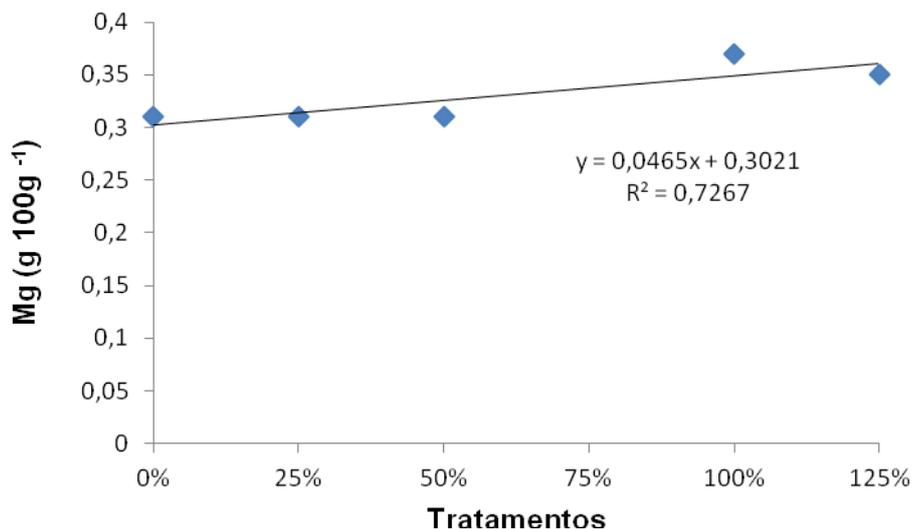


Figura 28. Concentração de magnésio na cultura do milho em função das doses de vermicomposto bovino, URCAMP, Bagé, 2011.

Pela análise da figura 29 verifica-se que nos tratamentos T1 e T5 os teores de cálcio aumentaram com a idade de planta, já nos demais tratamentos (T2,T3,T4) os

teores diminuíram no segundo corte e aumentaram no terceiro corte. Os dados dos tratamentos T2, T3 e T4 discordam de Braz et al. (2004) que verificaram que as maiores acumulações de cálcio em plantas de milho ocorreram aos 55 dias após a germinação atingindo valores de  $135\text{kg ha}^{-1}$ , diminuindo posteriormente.

Na tabela 7 observa-se que os teores de cálcio variaram de  $0,39\text{--}0,42\text{g } 100\text{g}^{-1}$ , ficando abaixo dos teores citados por Prado (2008) como adequado. Estes resultados semelhantes entre os tratamentos podem ser explicados, uma vez que todos os tratamentos receberam doses de calcário.

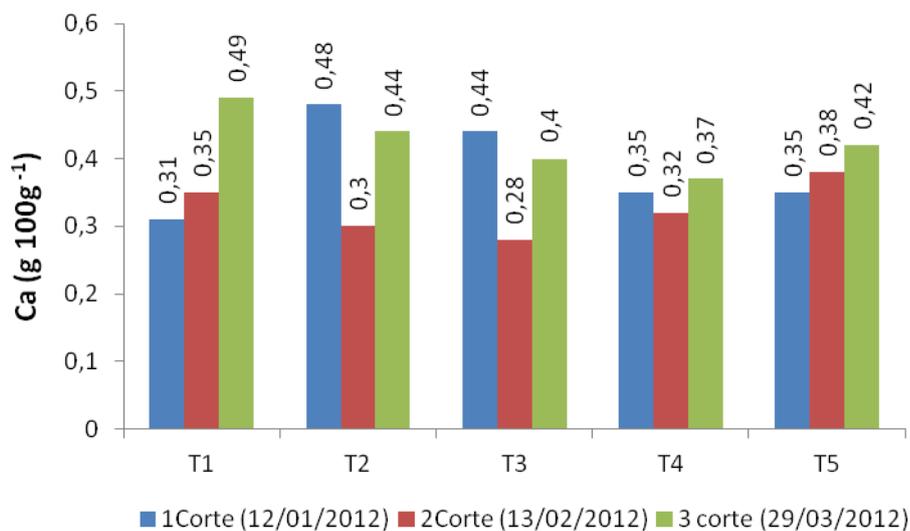


Figura 29. Concentração de cálcio ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ) a cada ciclo de desfolha no milho (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.

#### 4.3 SOLOS

##### 4.3.1 Potencial hidrogeniônico, Al trocável e saturação de Al

Em relação ao pH em água (Tabela 8) se verifica que o mesmo passou de médio ( $5,5 - 6,0$ ) para alto ( $> 6,0$ ) após o primeiro cultivo, retornando a médio em todos os tratamentos após o segundo cultivo. Isso pode ser explicado, pelo fato que a maioria das plantas, durante seu ciclo produtivo absorvem uma maior quantidade de cátions que aniões e para manter a neutralidade elétrica da solução do solo liberam íons hidrogênio, o que acaba por acidificar o solo. Para Raij (1991) a alteração do pH, pela aplicação de resíduos orgânicos, pode estar relacionada com o alto poder-tampão do material orgânico, a possível neutralização do Al, ao efeito

da saturação de bases, estimulando a manutenção ou a formação de certas bases permutáveis, como Ca, Mg, K e Na, contribuindo assim para a redução da acidez e aumento da alcalinidade, o que ocorreu após o primeiro cultivo exceto para o magnésio que diminuiu seus teores.

Tabela 8. Atributos do solo antes da implantação do experimento e após a retirada das culturas URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.

Tratamentos	Argila m v <sup>-1</sup>	pH água	pH SMP	MO m v <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Al Ca Mg Cmol dm <sup>-3</sup>
Análise inicial	19	5,8	6,1	3,3	4,1	63	0,2 5,7 5,0
Após o azevém							
T1	19	6,0	6,2	2,8	2,5	56,0	0,0 6,7 2,6
T2	19	6,1	6,4	3,7	3,4	72,0	0,0 6,6 3,2
T3	19	6,0	6,3	3,4	2,7	76,5	0,1 6,7 3,4
T4	19	6,2	6,3	3,9	4,8	80,0	0,0 6,8 3,2
T5	19	6,0	6,2	3,5	4,7	51,0	0,1 6,8 3,0
Após o milho							
T1	19	5,8	6,2	3,0	5,0	46,3	0,0 6,5 2,9
T2	19	6,0	6,2	3,5	5,9	52,7	0,0 6,8 3,5
T3	19	5,9	6,3	3,1	4,7	42,2	0,0 6,4 3,4
T4	19	5,8	6,2	3,5	10,6	46,0	0,0 6,6 3,3
T5	19	6,0	6,2	3,1	9,7	39,0	0,0 6,0 3,2

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

Os valores de alumínio trocável e saturação de alumínio (Tabelas 8 e 9) diminuiram em ambos os cultivos, isto pode ter ocorrido devido ao fato que o solo foi corrigido com calcário filler em todos os tratamentos. Para Hargrove e Thomas (1982), a adição de material orgânico ao solo diminui o teor de alumínio, o que segundo Miyazawa et al. (1993) está relacionado ao aumento do pH do solo, ocasionando hidrólise do Al<sup>3+</sup>, e pela complexação orgânica deste, que ocorre devido a duas reações químicas: pela formação de complexos orgânicos solúveis com os ácidos orgânicos (cítrico, tartárico, oxálico) presentes no material orgânico, e pela formação de complexos insolúveis com as substâncias orgânicas de alto peso molecular, adsorvidas nas superfícies das partículas do solo (MIYAZAWA et al., 1998). Esses dados também concordam com Gianelo e Ernani (1983), Holanda et al. (1982) que trabalhando com adubação com esterco de poedeiras verificaram que houve diminuição dos teores de alumínio trocável no solo.

#### 4.3.2 Matéria orgânica

Pela análise da tabela 8, o teor de matéria orgânica existente no solo antes da adubação orgânica era considerado médio, após a cultura do azevém verifica-se que houve um aumento neste teor em todos os tratamentos exceto na testemunha T1 onde ocorreu uma diminuição para  $2,8\text{m v}^{-1}$ , o tratamento que apresentou o maior teor foi o T4 ( $3,9\text{m v}^{-1}$ ). Após a cultura do milho, houve uma diminuição no teor de matéria orgânica do solo em todos os tratamentos, exceto no T1, que aumentou para ( $3,0\text{m v}^{-1}$ ). Embora este tratamento não tenha recebido adubação orgânica, houve a decomposição da fitomassa aérea e de raízes do cultivo anterior, com a cultura do azevém. Estes dados concordam em parte com Brito et al. (2005) que avaliaram a adubação com esterco ovino e verificaram que ocorreu alterações nas propriedades químicas do solo, pois promoveu aumentos para matéria orgânica e capacidade de troca de cátions. Neste trabalho houve aumento dos teores de matéria orgânica apenas no primeiro cultivo. No segundo houve aumento apenas no T1. Para a variável CTC pH7 se observa na tabela 10 que houve um redução dos seus valores em todos os tratamentos no primeiro cultivo e aumento apenas no T1, T2 e T4 no segundo cultivo.

#### 4.3.3 Fósforo

No início do experimento o teor de fósforo foi interpretado como muito baixo, se observa na tabela 8 que após o primeiro cultivo houve uma redução nos teores de fósforo nos tratamentos T1, T2 e T3, nos tratamento adubados com maiores doses de vermicomposto os teores aumentaram. Após o segundo cultivo (milho) podemos observar que os teores de fósforo aumentaram em todos os tratamentos e que os tratamentos adubados com doses maiores T4 e T5 passaram a apresentar teores médios de fósforo. Estes dados concordam com Melo et al. (2009) onde a aplicação de esterco caprino curtido em feijão caupi e milho contribuiu para melhorar as características do solo, principalmente a fertilidade, obtendo aumentos nos teores de P (200%), K e Mg, comparativamente ao solo com ausência do adubo orgânico.

#### 4.3.4 Potássio

No início da avaliação o teor de potássio era superior a  $60\text{mg dcm}^{-3}$  (Tabela 8), sendo assim interpretado como alto, após o primeiro cultivo os teores de potássio aumentaram no T2, T3, T4 e diminuíram no T1 e T5 que passaram a ser

interpretados como teores médios, após o segundo cultivo houve uma redução dos teores de potássio no solo em todos os tratamentos, passando todos os tratamentos a serem interpretados como teores médios, exceto o T5 que passou a ser interpretado como baixo.

Este aumento nos tratamentos T2, T3 e T4 após o primeiro cultivo pode ser explicado pelo fato de que a adubação orgânica com vermicomposto foi calculada para suprir o fósforo, sendo que o potássio excedeu a exigência da planta, 184% a mais da sua necessidade. A redução de potássio no T1 pode ser esclarecida pelo fato que o tratamento não foi adubado, sendo assim ocorreu uma absorção do potássio existente no solo pela planta, o T5 foi o tratamento que ocorreu a maior concentração de potássio no tecido foliar de plantas de azevém.

Os resultados encontrados após o cultivo do azevém nos tratamentos T2, T3 e T4 estão de acordo com os obtidos por Queiroz et al. (2004), em um Argissolo Vermelho-Amarelo do Rio Grande do Sul, e por Silva et al. (2004), em Latossolo Vermelho-Amarelo do Paraná, que constataram acúmulo de K trocável nas camadas superficiais do solo quando foi realizada a aplicação superficial de esterco de suínos. No entanto discordam dos valores encontrados após o cultivo do milho.

#### 4.3.5 Cálcio e magnésio

Na tabela 8 verifica-se que os teores de cálcio foram interpretados com alto antes da implantação do experimento, após o primeiro cultivo houve um aumento dos teores em todos os tratamentos, que diminuíram após o segundo cultivo exceto no T2 o que pode estar relacionado com a diminuição do pH em água após o segundo cultivo.

Os teores de magnésio variaram no solo após a cultura do azevém de  $2,6\text{Cmol dm}^{-3}$  no (T1) a  $3,4\text{Cmol dm}^{-3}$  no (T3), quando compara-se com o valor inicial verificamos que houve uma diminuição do valor de magnésio em todos os tratamentos, mas houve um aumento destes teores no tecido foliar de plantas de azevém, após a cultura do milho houve um acréscimo dos teores de magnésio no solo em todos os tratamentos exceto no T3 que manteve o mesmo valor, os valores variaram de  $2,9\text{Cmol dm}^{-3}$  no (T1) a  $3,47\text{Cmol dm}^{-3}$  no (T3), em relação as plantas de milho se observou que estas apresentavam teores foliares abaixo do valor considerado adequado segundo Prado (2008). Esses dados concordam parcialmente com Holanda et al. (1982) onde observaram que a adição de esterco

de poedeira, aumentou os teores de cálcio magnésio no solo. O mesmo foi constatado por Gianello e Ernani (1983), que também trabalhando com esterco de poedeira na adubação de aveia, verificaram que ocorreu aumento da disponibilidade de nutrientes.

Tabela 9. Atributos do solo: CTC pH 7, soma de bases, % saturação bases e alumínio e CTC efetiva, antes da implantação do experimento e após a retirada das culturas, URCAMP, Bagé,RS,2011-2012.

Tratamentos	CTC pH 7 Cmol dm <sup>-3</sup>	S	% Saturação Bases AL		CTC efetiva Cmol dm <sup>-3</sup>
Análise inicial	14,7	10,9	73,6	1,8	11,1
Após o azevém					
T1	12,93	9,40	75,17	0,17	9,46
T2	12,82	10,05	78,27	0,00	10,10
T3	13,10	10,07	76,82	0,70	10,10
T4	13,22	10,70	77,80	0,00	10,30
T5	13,35	9,92	74,65	0,70	10,00
Após o milho					
T1	13,70	10,20	74,50	0,00	11,05
T2	13,82	10,42	75,42	0,00	10,45
T3	13,15	9,90	74,80	0,00	9,90
T4	13,53	10,03	76,65	0,00	10,03
T5	12,66	9,30	73,56	0,00	9,30

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

#### 4.3.6 Capacidade de troca de cátions

Pela análise da tabela 9 verifica-se que a CTC pH7 diminuiu em todos os tratamentos após a cultura do azevém, quando comparado com o valor inicial antes da instalação do experimento. Após a cultura da milho estes valores aumentaram, quando comparados com o azevém, exceto no T5 que houve diminuição da CTC pH7. Estes valores discordam de Brito et al. (2005) onde verificaram que a aplicação de diferentes resíduos orgânicos ao solo aumentaram os valores médios da CTC em relação à testemunha, porém, diferença significativa só foi observada no tratamento com esterco de ovino. Divergem de Gianello e Ernani (1983), que trabalhando com adubação de aveia com esterco de poedeira, verificaram aumentos crescentes dos valores da CTC do solo.

#### 4.3.7 Saturação de bases

A saturação de bases inicial do solo (Tabela 9) foi classificada como média (65-80%), após o primeiro cultivo com azevém houve um discreto acréscimo em todos os tratamentos, que voltou a diminuir após o segundo cultivo com milho, mas manteve-se acima do valor inicial exceto no T5. Esses dados discordam de Melo et al. (2009), onde a aplicação de esterco caprino curtido em feijão caupi e milho contribuiu para melhorar a saturação por bases desse solo que passou da classificação média para alta.

#### 4.3.8 Relações cálcio:magnésio (Ca:Mg), cálcio + magnésio:potássio (Ca+Mg:K), cálcio:potássio (Ca:K) e magnésio:potássio (Mg:K)

Para Malavolta (2006) uma relação Ca:Mg (cálcio:magnésio) menor que 2 é considerada baixa, entre 2,5 e 15 ótima e maior que 15 alta. Observa-se na tabela 10 que antes da instalação do experimento a relação Ca:Mg era de 1,14:1 após a cultura do azevém em todos os tratamentos verifica-se uma relação menor que 2,5 que seria faixa ótima segundo o autor. O mesmo pode ser verificado após a cultura do milho. Quando se compara a relação Ca:Mg do azevém com a cultura do milho verifica-se que em todos os tratamentos a relação declinou, exceto no T4, que cresceu de 2,1 para 2,3. Estes dados também diferem da relação considerada como ideal para Salvador et al. (2011), onde a relação de 3:1 na solução do solo manteve o equilíbrio no teor foliar dos nutrientes cálcio, magnésio e potássio em plantas de soja. Relações maiores proporcionaram diminuição no teor foliar de magnésio e relações menores proporcionaram aumento no teor foliar de magnésio. Pelos resultados encontrados na referida pesquisa não houve esta relação.

A relação Ca+Mg:K (cálcio+magnésio:potássio) era de 66 antes da instalação do experimento, após a cultura do azevém esta relação diminuiu em todos os tratamentos exceto no T5 que aumentou para 76. Observamos ainda que reportando-nos à tabela 7 após a cultura do milho em todos os tratamentos, houve acréscimo da relação inclusive na testemunha que não foi adubada, mas foi favorecida pela decomposição do resíduo de azevém, tanto em fitomassa aérea como fitomassa de raízes. Para Malavolta (2006) a relação Ca+Mg:K menor que 10 é considerada baixa, de 10 a 40 sendo ótima e maior que 40 alta.

Nakagawa (2000), considera uma relação igual a 20 como ideal. A relação Ca+Mg:K difere destes autores estando acima do recomendado .

A relação Mg:K (magnésio:potássio) era 31 antes da instalação do experimento, após a cultura do azevém esta relação diminui em todos os tratamentos. Conforme a tabela 7 a cultura do milho em todos os tratamentos, aumentou a relação quando comparado com a cultura do azevém, mas quando comparado com a relação que havia antes da instalação do experimento verifica-se que o T5 cresceu de 31 para 32, para Malavolta (2006) esta relação é considerada alta.

Tabela 10. Relações entre os macronutrientes do solo antes da implantação do experimento e após cada cultura, URCAMP, Bagé, RS, 2011-2012.

	Ca:Mg	Ca+Mg:K	Ca:K	Mg:K
Análise inicial	1,14	66	35	31
Após o azevém				
T1	2,7	65	47	18
T2	2,0	54	36	17
T3	1,9	50	33	17
T4	2,1	50	34	16
T5	2,3	76	53	24
Após o milho				
T1	1,9	84	54	20
T2	2,0	78	52	26
T3	1,8	86	55	31
T4	2,3	89	61	28
T5	1,9	92	45	32

Tratamentos: (T1) sem vermicomposto e com calcário; (T2) vermicomposto bovino 25% ROLAS + calcário; (T3) vermicomposto bovino 50% ROLAS + calcário; (T4) vermicomposto bovino 100% da recomendação total da ROLAS + calcário; (T5) vermicomposto bovino 125% da ROLAS + calcário.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos é possível concluir que:

A adubação orgânica de forrageiras é uma excelente opção para as pequenas propriedades rurais;

A utilização de 125% de vermicomposto bovino + calcário permite respostas significativas para as variáveis fitomassas fresca, seca e proteína bruta da parte aérea das culturas estudadas;

Os teores foliares dos nutrientes N, P e K na cultura do azevém respondem de forma crescente a aplicação da adubação orgânica. A concentração destes nutrientes diminuiu com o aumento da idade da planta em todos os tratamentos;

Em relação ao solo, de uma maneira geral, pode-se concluir que após a cultura do azevém há uma melhora na qualidade do mesmo, exceto para as variáveis: Mg, CTCpH 7, Soma das bases, CTCefetiva e Fósforo nos tratamentos T1 (sem vermicomposto e com calcário), T2 (VB 25% ROLAS + calcário) e T3 (VB 50% ROLAS + calcário). Após a cultura do milho, há um acréscimo nos teores de P, Mg, CTCpH 7 e diminuição dos teores de potássio;

A cultura do azevém é mais responsiva à adubação orgânica do que cultura do milho.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C.S.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Rev. Bras. Zootec.**,29:1589-1595, 2000.
- ANTONIOLLI, Z.I.; GIRACCA, E.N.; CARLOSSO, S.J.; et al. **Iniciação a Minhocultura**. Santa Maria-RS. 1996. 96 p.
- ARANTES, E.M. **Efeitos da relação Ca:Mg do corretivo e níveis de potássio na produção de matéria seca, concentrações de K, Ca, Mg e equilíbrio catiônico do milho (*Zea mays* L.)**. Lavras: ESAL, 1983. 62p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ARAÚJO, A.A. **Forrageiras para ceifa: capineiras, fenação e ensilagem**. Porto Alegre:Sulina, 1978. 169p.
- ARROBA, M.; TOMÁS, P.; RODRIGUES, M.A. Efeito de fertilizantes minerais e orgânicos na produção de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.): produção de matéria seca e azoto aparentemente recuperado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.32 , n.1, Lisboa, jan. ,2009.
- ASSMANN. T.S.; ASSMANN. J.M.; CASSOL.L.C.; et al. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.**, vol.31, nº.6, Viçosa-MG, Nov./Dez., 2007.
- BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G. F.; et al. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1953-1960, 2007.
- BARCELLOS, L.A.; PAULUS, G.; MULLER, A.M. **Agroecologia Aplicada:Práticas e Métodos para uma Agricultura de Base Ecológica**.Secretaria da Agricultura e abastecimento, EMATER/RS. Porto Alegre, 2000.

BICCA, A.M.O.; MORSELLI, T.B.G.A.; MENEZES, F.P.; et al. Produção e qualidade do centeio sob adubação orgânica e mineral. **Revista da FZVA**, Vol. 18, N° 1 (2011).

BICCA, A.M.O.; MENEZES, F.P. **Manual Prático de Coleta de Solos**. EDIURCAMP, Bagé, RS. 2011.

BONAMIGO, L.A. A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no Cerrado, In: FARIAS NETO. A.L.; AMABILE. R.F.; MARTINS NETO. D.A.; YAMASHITA. T.; GOCHO. E.H. **Anais...** (Ed.). Worskhop Internacional de Milheto, Planaltina-DF, 1999, p.31-65,

BRADY, N.C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 7ª ed. Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRAZ, J.A; SILVEIRA. P.M; FRANCISCO, H.J.; et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 34 (2): 83-87, 2004 .

BRITO, O.R.; VENDRAME, P.R.; BRITO, R.M. **Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina-PR, v. 26, n.1, p.33-40, jan./mar. 2005.

BÜLL, L.T.; NAKAGAWA, J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio: magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v.19, 1995, p.409-415.

BURÉS, S. **Substratos**. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, Octubre, 1997.

BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants**. London: Longman, 1977. 475p.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CANTO, M.W. **Produção de cordeiros em pastagens de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a níveis de resíduo de forragem**. Santa Maria: UFSM, 1994. 193f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 1994.

CARÁMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas.** Montevideo. Editorial Hemisfério Sur., 1977, 464p.

CÓSER, A.C.; MARASCHIN, G.E. Desempenho animal em pastagens de milho comum e sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v18, n.4, 1983, p.421-426.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2004, 400p.

COMPAGNONI, L., PUTZOLU, G. **Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus.** Barcelona: Editorial de Vecchi- S.A, 1985,127p.

COELHO, A.M.; MARTINS, C.E. Estado da arte da fertirrigação em pastagem no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004, p.401-424.

CORSON, W.H. (ed.) **Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente.** Tradução de Alexandre G. Camaru. São Paulo-SP: AUGUSTUS, 1993, 413p.

COSTA, M.B.B. da; MILANEZ, A.I.; CHABARIBERI, D. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura.** São Paulo-SP: Ícone, 1986, 102p.

DIAS, H.L.C. **Valor nutritivo das pastagens tropicais.** Disponível em: <[http://www.forragicultura.com/valor nutritivo das pastagens tropicais.htm](http://www.forragicultura.com/valor_nutritivo_das_pastagens_tropicais.htm)>. Acesso em 12 de julho de 2010. Viçosa-MG. 1997.

DIFANTE, G.S; MARCHEZAN, E.; VILLAS, S.C.C; et al. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, 2006, p.1107-1113, (supl.)

DOMÍCIO, N. Jr., **Interação do solo-planta-animal e impacto da reciclagem do nitrogênio e do fósforo em pastagem.** Forragicultura. Viçosa-MG. 2000.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba-SP, 1995. **Anais...** Piracicaba-SP: FEALQ, 1995, p.245-73.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York : M. Dekker, 1991, 476p.

FAO. **Desarrollo agropecuario: De la dependencia al protagonismo del agricultor**. Redes de Cooperación Técnica. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 1991. 83p. (FAO: Série Desarrollo Rural, 9).

FERRUZZI, C. **Manual de Minhocultura**. Ed. Litexa Ltda. Lisboa, 1989, 183p.

FLOSS, E.L. O papel da aveia como uma agricultura sustentável. In: **Reunião Da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 21**. Lages: UDESC, 2001.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos; BAIER, A.C. Leguminosas. In: SANTOS H. P.; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C. e TOMM G. O. **Principais Forrageiras para Integração Lavoura-pecuária, Sob Plantio Direto, nas Regiões do Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002, p.91-142.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos. Gramíneas anuais de verão. In: FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. e SANTOS, H. P. dos. Leguminosas Perenes de Inverno. **Forrageiras Para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. Passo Fundo-RS: EMBRAPA TRIGO, 2009, p.263-282.

FRAME, J. Herbage mass. In: HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A.S.; LEAVER, J.D. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.15, 1975, p.663-670.

GERALDO, J. et. al. Fenologia e produção de massa seca e grãos em cultivares de milho pérola. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.37., n.9, set., 2002.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, 2000, p.955-963.

GERDES, L. **Introdução de uma mistura de três espécies forrageiras de inverno em pastagem irrigada de capim-Aruana**. 2003, 73f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2003.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v.7, 1983, p.285-290

GOMES, J.F., REIS, J.C.L. Produção de forrageiras anuais de estação fria no litoral sul do Rio Grande do Sul. In: **Revista Brasileira de Zootecnia**, 28(4):668-74,1999.

GOMES, J.F. Forrageiras e Pastagens para a Produção de Leite. In: PEGORARO, L. M. C. **Noções Sobre Produção de Leite**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006, p.51-68.

GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba-SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994, p.223-248.

GONÇALVES, J.O.N; OLIVEIRA, O.L.P. de; GONZAGA, S.S.; et al. **Melhoria da Oferta Forrageira para a Região Sul-Novas Tecnologias**. Bagé: Embrapa CPPSul, n.19, 2000, p.62.

HAFEZ, A.A.R. Comparative changes in soil-physical properties induced by admixtures of manures from various domestic animals. **Soil Science**, Baltimore, v.118, 1974, p.53-59,

HARGROVE, W.L.; THOMAS, G.W. Extraction of aluminum from aluminum-organic matter complexes. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 1982, 45:151-153.

HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. **Forrage - The science of grassland agriculture**. Iowa, 1985, 643p.

HERNANDEZ, R.J.; SILVEIRA, R.I. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, p. 79-85,1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-0161998000100014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-0161998000100014&script=sci_arttext)>. Acesso em: 27 set. 2013.

HERRERA, R. S.; HERNANDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la Bermuda Cruzada-1. I. Componentes solubles. **Pastos y Forrajes**, Matanzao, v.10, 1987, p.60-168.

HOLANDA, J.S.; MIELNICZUK, J.; STAMMEL, J.G. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v.6, 1982, p.47-51.

HUNTER, A.H. **Laboratory an analysis of vegetal tissues samples**: international soil fertility and improvement laboratory procedures Raleigh. Raleigh: North Caroline State University, Department of Soil Science, 1974.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Perfil dos Municípios Brasileiros**: Cultura 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2007, 275p.

KICHEL, A.N.; MIRANDA C.B. 2000. **Uso do milheto como planta forrageira**. Disponível em: <[www.embrapa.com.br](http://www.embrapa.com.br)> Acesso em: 12/07/2010.

KIEHL, E.J. **Manual de Edafologia** - Relação Solo-Planta - Ceres, São Paulo-SP, 1979, 273p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba-SP. Ed. Agronômica Ceres Ltda. 1985, 492p.

KIEHL, E.J. Adubação orgânica de culturas forrageiras. In. Simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/Unesp, 1997, p.208-250.

KUMAR, A.; GAUTAM, R. C.; KAUSHIK, S.K. Production potential of rainfed pearl millet (*Pennisetum glaucum*), castor (*Ricinus communis*) intercropping at different fertility levels. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.65, n.5, 1995, p.315-322.

JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; BOLZAN, A.M.S.; DIAS F.D.; GALVANI, D.B. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.3, p.572-581, 2010.

JONES, C. A. **C<sub>4</sub> grasses and cereals**. New York: J.Wiley, 1985, 419p.

JONES, R.J.; BETTERIDGE, K. Effect of superphosphate, or its components elements (phosphorus, sulfur, and calcium), on the grazing preference of steers on a

tropical grass-legume pasture grown on a low phosphorus soil. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, 1994, p.349-353

LANZANOVA, M.E. **Atributos físicos do solo em sistemas de culturas sob plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Santa Maria-SM: UFSM, 2005. 142p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

LIMA, J.J; MATA, J.D.; NETO, R.P; et al. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 29, supl., 2007, p.715-719.

LOPES, J.C. Variedades de plantas forrageiras para alimentação animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.7, 2006, p.23-25.

LUPATINI, G.C., RESTLE, J., CERETTA, M. et al. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. I - Produção e qualidade de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33,n.11, 1998, p.1939-1943.

MACEDO JUNIOR, E.K. **Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e Fertirrigação, em cultivo protegido**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Botucatu-SP, 1998, 129p.

MAGALHÃES, R.T. de; OLIVEIRA, I.P. de; KLIEMANN H.J. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema "Barreirão". **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2002, 32 (1): 13-20.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Agronômica Ceres, São Paulo-SP, 1980, 251p.

MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Eds.). **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986, p.31-76.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba-SP, Potafos, 1989, 201p.

MAKERI, E.E.; UGHERUGHE, P.O. Evaluation of the forage potentials of pearl millet in a semi-arid tropical environment. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v.169, n.5, 1992,p.319-329.

MARASCHIN, G.E. Potencial produtivo de gramíneas forrageiras de verão no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre-RS, v.32, n.315, ago., 1979, p.18-24.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995, 889p.

MATOS, A.T.; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G. Extração de nutrientes por forrageiras cultivadas com água residuária do beneficiamento do cafeeiro. **Revista Ceres**, v.2, n.3, 2005, p.675-688.

MAYLAND, H.F.; GRUNES, D.L. **Soil-climate-plant relationships in the etiology of grass tetany**. p. 123–175. In: V.V. Rendig and D.L. Grunes (ed.) Grass tetany. ASA Spec. Publ. 35. ASA, There was CSSA, and SSSA, Madison, WI., 1979.

MEDEIROS, A. N. **Estimativa da composição corporal e exigências em proteína e energia para caprinos Saanen na fase inicial de crescimento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia).

MELO, R.F.; BRITO, L.T.; PEREIRA, L.A., Avaliação do Uso de Adubo Orgânico nas Culturas de Milho e Feijão Caupi em Barragem Subterrânea. Resumos do VI CBA e II CLAA. **Rev. Bras. de Agroecologia**. nov., 2009, vol.4, nº 2.

MENGEL, K.; KIRKBY, A.E. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern : International Potash Institute, 1987. 687p.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos Orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, 2007, p.361-367.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., D.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. 1994, p.450-492.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. e CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 1993, 17:411-416.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Organic mobility of surface applied lime under no-tillage. In: INTERNATIONAL MEETING OF THE INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCE SOCIETY, 9., Adelaide, 1998. **Anais...** Adelaide, International Humic Substances Society, 1998, p.66.

MILFORD, R.; MINSON, D.J. **Tropical pastures**. London: Faber and Faber LTD, The feeding value of tropical pastures, 1966.

MINSON, D.J. **Forrage in ruminant nutrition**. San Diego, 1990, 483p.

MITTELMANN, A.; LÉDO, F.J.S.; POLI, C.H.E.C.; et al. **Avaliação de populações de azevém quanto à produção de forragem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Bagé: Embrapa Pecuária Sul. 2004. 12p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).

MONTEIRO, A.L.G., MORAES, A. **Fisiologia e morfologia de plantas forrageiras** In: MONTEIRO, A.L.G., MORAES, A., CORRÊA, E.A.S. et al. (Eds.) *Forragicultura no Paraná*. Londrina: CPAF., 1996, p.75-92.

MORAES, Y.J.B. de. **Forrageiras: conceitos, formação e manejo**. Guaíba, RS, Ed. Agropecuária, 1995, p.216.

MORAES, A.; MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, 1988, p.197-205.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura. 1961, 41p.

MORENO, J.L. **Aproximación a la gestión agroecológica de la fertilidad del suelo**. In: J.L. Moreno y M.A Altieri (coord). *Agroecologia y desarrollo, Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterrâneos*, 2001, pp. 129-163. Ediciones Mundi-Prensa, Cáceres-Madrid.

MORSELLI, L.A. **Produção de forragem hidropônica em solução orgânica**. Pelotas, 2010. 95f. Tese Doutorado-Programa de Pós Graduação em Sistemas de

Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.

MUÑOZ-HERNANDEZ, R.J.; SILVEIRA, R.I. Efeito da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 55, n. 1, 1998, p. 79-85.

MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant Physiology**. Ed. Springer, 1995, 629p.

NAKAGAWA, J. Manejo do solo e fertirrigação em plasticultura. Horticultura Brasileira, Brasília-DF, v18, p.167-172, julho 2000. **Suplemento**. Trabalho apresentado no 40º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2000.

NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Manual de Laboratórios: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313p.

NORTON, B.W. **Differences between species in forage quality**. Santa Lúcia, s. d., 89-110p.

OLIVEIRA, E.L. de. Rendimento de matéria seca e absorção de cálcio e magnésio pelo milho em função da relação cálcio/magnésio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v.17, n.6, 1993, p.383-388.

OLIVEIRA, J.C.P.; DUTRA, G.M.; MORAES, C.O.C.; **Alternativas forrageiras para sistemas de produção pecuária**. Circular Técnica, 19. Bagé: Embrapa CPPSul, 2001. p.05-14.

ORLANDO FILHO, J.O.; BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO, Q.A.C.; et al. Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba-SP, v.14, n.5, 1996, p.13-17,

PAYNE, W.A. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. **Crop Science**, v.92, 2000, p.808-814.

PEDROSO, C.E. da S. **Desempenho e comportamento de ovinos em gestação e lactação nos diferentes estágios fenológicos de azevém anual sob pastejo**. Porto Alegre, 2002. 147f. Dissertação (Mestrado em Plantas forrageiras) -Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PRADO, R. de M. Manual de nutrição de plantas forrageiras. Jaboticabal: Funep, 2008. 500p.

PIONER (1994) apud HOPPE, M.; MARTINS, S. R.; SCHIEDECK, G. et al. (s.d.) Relações Ca, Mg e K no solo sob adubação mineral e orgânica após sucessão de cultivos em ambiente protegido. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/biblioteca/cnpa2014](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/biblioteca/cnpa2014)>. Acesso em: 20/09/2013.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo. Nobel. 1991.

QUADROS, F.L.F. **Desempenho animal em misturas de espécies de estação fria**. 1984. 106f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1984.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba-SP: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.  
REDDY, K.C.; VISSER, P.L. Late planting effects on early versus late pearl millet genotypes in Niger. **Experimental Agriculture**, Cambridge, Grã-Bretanha, v.29,n.1, 1993, p.121-129.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal-SP, 1993, 26p.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.D.; et al. Produtividade animal e retorno econômico em pastagem de aveia-preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio em cobertura. **Rev. Bras. Zootec.**, 2000. 29:357-364.

ROBINSON, D.L. Yield, forage quality, and nitrogen recovery rates of double-cropped millet and ryegrass. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.22, n.7/8, 1991, p.713-727.

ROCKENBACH, A.P.; ARALDI, D. F.; SCHNEIDER, T.; et al. Produção de matéria seca de diferentes cultivares de milho submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada. **Anais... XVI Seminário interinstitucional de ensino pesquisa e extensão**, 2011. In:<[www.unicruz.edu.br/seminario](http://www.unicruz.edu.br/seminario)>. Acesso 27/09/2013.

ROSO, C. Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, 1999, p.459-467.

RUSSELLE, M.P. Nutrient cycling in pasture. In: Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.235-266.

SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T.C; LUCCHESI, L.A.C. Relação cálcio e Magnésio no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, Curitiba, v. 9, n. 1, jan./mar. 2011, p. 27-32.

SIBANDA, H.M.; YOUNG, S.D. Competitive adsorption of humic acids and phosphate on goethite, gibbsite and two tropical soils. **J. Soil Sci.**, 1986, 7:197-204.

SILVA, O.M.; LEITE, C.A.M.; Competitividade e custos do café no Brasil. In: *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa-MG: UFV, Imprensa Universitária, 2000, p.27-50.

SILVA, C.M.M. de S.; FARIA, C.M.B de. Variação estacional de nutrientes e valor nutritivo em plantas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.30, n.3, 1995, p.413-420.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. Determinação do nitrogênio total e da proteína bruta. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. p.57-75.

SEMPLE, A.T. **Avances em pasturas cultivadas y naturales**. 1ª ed. Ed. Hem. Sur. Buenos Aires, Argentina, 1974. 504 p.

STOBBS, T.H.A. Comparison of zulu sorghum, bulrush millet and White panicum in terms of yield, forage quality production. **Australian journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry**. 1975, 15(73):211-8.

STRECK, E.V. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

TABOSA, J.N.; AZEVEDO NETO, A. D.; REIS, O V.; et al. Forage millet evaluation on harvest stage in the semi-arid region of Pernambuco State of Brazil. In:

Internacional pearl millet Workshop, Brasilia-DF. **Anais...** IPMW. Embrapa, 1999. p. 208-212.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1999. 792p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BASSANI, C.A.; et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos Universidade Federal do Rio Grande do Sul-RS, 1996, p.174.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: MacMilan Publ., 1985. 754p.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 5.ed. Macmillan Publ Co.New York, 1993, 634p.

TOLEDO, J.M. Plan de investigación en leguminosas tropicales para el CIEEGT. Informe de Consultoría Proyecto FAO: MEX 1781015. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. Martínez de la Torre, Ver. 1986. 46p.

WATANABE, R.T.; FIORETTO, R.A.; FONSECA, J.B.; et al. Produtividade da soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v.26, n.4, 2005, p.477-484.

WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, et al. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 2000, 64:962-966.

WILLER, H.; ROHWEDDER, M.; WYNEM, L. **The world of organic agriculture- Statitics e Emerging Trends**. 286. 2011. Disponível em <[http:// orgprients.Org/15575/](http://orgprients.Org/15575/)>. Acesso em 02/12/11.

WILSON, R. J.; MANNETJE, L. Senescence,digestibility and carboidrate content of Bufel grass and Green Panic leaves in swards. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne,v.29, 1978, p.503-516.

VILELA, H. **Agronomia: o portal da ciência e tecnologia**. Disponível em: <[http://www.angronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_gramineas\\_tropicais\\_penni setum\\_americanum.htm](http://www.angronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_penni setum_americanum.htm)>. Acesso em: 14/07/2010.

VITTI, G.C.; NOVAES, N.J. Adubação com enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1. Nova Odessa, 1985. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS, 1986.p.191-231.

WHITEHEAD, D.C. The role of nitrogen in grassland productivity. A Review of Information From Temperate Regions. 1ª ed. Hurley, Berkshire,England. Ed. **C.A.B.**, 1980, p.202.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST - Sistema de Análise Estatísticas para Microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1984. 75p.

## **APÊNDICES**

## Apêndice 1. Análise de variância da cultura de azevém para a variável fitomassa fresca.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	4	853097218.42	213274304.6060	80.57996	0.0
Blocos	3	78964227.0174	2632142.33905	0.99448	1.0
Resíduo	12	31760893.725	2646741.14375		
Total	19	892754539.1664	46987081.00876		

Média Geral: 21755.723 CV: 7.47%

## Apêndice 2. Análise de variância da cultura de azevém para a variável fitomassa seca.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	4	25850432.7265	6462608.18	52.11469	0
Blocos	3	569154.5947	189718.19823	1.52989	0.10419
Resíduo	12	1488088.9863	124007.41553		
total	19	27907676.3075	1468825.06882		

CV: 9.66%

## Apêndice 3. Análise de variância da cultura de azevém para a variável proteína bruta.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	3.34	1.115	2.55263	0.10448
Tratamentos	4	536.00039	134.00039	306.70	0
Resíduos	12	4.83	0.4369		
Total	19	544.5901			

CV: 4.885%

## Apêndice 4. Análise de variância da cultura de azevém para a variável nitrogênio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.08	0.02	2.55	0.10419
Tratamentos	4	12.64	3.16	307.185	0
Resíduos	12	0.12	0.01		
Total	19	12.85			

CV: 4.88%

## Apêndice 5. Análise de variância da cultura de azevém para a variável fósforo no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.00421	0.001	1.6490	0.23044
Tratamentos	4	0.308	0.01	88.47059	0
Resíduos	12	0.102	0.00		
Total	19	0.3152			

CV: 7.04%

## Apêndice 6. Análise de variância da cultura de azevém para a variável potássio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.024	0.008	1.05	0.40565
Tratamentos	4	0.32279	0.32	42.33	0.00001
Resíduos	12	0.0915	0.007		
Total	19	1.40	0.7404		

CV: 3.679%

Apêndice 7. Análise de variância da cultura de azevém para a variável magnésio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.00075	0.0002	1.06	0.00003
Tratamentos	4	0.01859	0.00465	19.91	0.40054
Resíduos	12	0.006	0.00023		
Total	19	0.0028	0.00077		

CV: 7.37%

Apêndice 8. Análise de variância da cultura de azevém para a variável cálcio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.00052	0.0001	0.74286	1.0
Tratamentos	4	0.0126	0.0028	12.06	0.00036
Resíduos	12	0.0028	0.00023		
Total	19	0.0146	0.00077		

CV: 3.93%

Apêndice 9. Análise de variância da cultura de milho para a variável fitomassa seca.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	1597048.44	532349.48	0.84	1.0
Tratamentos	4	54577983.201	13644495.80	21.69	0.00
Resíduos	12	7545971.17	628830.93		
Total	19	63721002.81	3353736.7153		

CV: 8.63%

Apêndice 10. Análise de variância da cultura de milho para a variável fitomassa fresca.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	40306456.40	13435485.46	0.85	1.0
Tratamentos	4	253993340.81	63498335.20	4.05	0.02
Resíduos	12	187755446.27	15646287.18		
Total	19	482055243.49	25371332.28		

CV: 9,708%

Apêndice 11. Análise de variância da cultura de milho para a variável proteína bruta.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	4.54	1.51	4.06	0.032
Tratamentos	4	21.31	5.32	14.31	0.000
Resíduos	12	4.46	0.37		
Total	19	30.32	1.59542		

CV:5.814%

Apêndice 12. Análise de variância da cultura de milho para a variável nitrogênio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.11	0.0387	4.02	1.0
Tratamentos	4	0.54452	0.13613	14.14338	0.00002
Resíduos	12	0.1155	0.00963		
Total	19	0.7761	0.04085		

CV: 5.85%

Apêndice 13. Análise de variância da cultura de milho para a variável fósforo no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.0023	0.0078	1.21	0.34717
Tratamentos	4	0.01867	0.00467	7.27403	0,00325
Resíduos	12	0.0077	0.00064		
Total	19	0.287	0.00151		

CV: 6.50%

Apêndice 14. Análise de variância da cultura de milho para a variável potássio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.08226	0.02742	1.67	0.22599
Tratamentos	4	1.19397	0.29849	18.18228	0.00005
Resíduos	12	0.197	0.01642		
Total	19	1.4732	0.07754		

CV:5.34%

Apêndice 15. Análise de variância da cultura de milho para a variável cálcio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.01322	0.00441	3.03	0.07
Tratamentos	4	0.00357	0.00089	0.61552	1.0
Resíduos	12	0.0174	0.00145		
Total	19	0.0342	0.0018		

CV: 9.44%

Apêndice 16. Análise de variância da cultura de milho para a variável magnésio no tecido foliar.

Causas da variação	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Blocos	3	0.0004	0.0013	0.14	1.0
Tratamentos	4	0.01563	0.00391	4.30	0.02181
Resíduos	12	0.109	0.00091		
Total	19	0.0269	0.00142		

CV: 9.02%

Apêndice 17. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável fitomassa fresca x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	853097218.42			0
Regressão	1	740419058.99	740419058.99	279.7474	0
Grau 1	1	740419058.99	740419058.99	279.7474	0.00029868
Desvio	3	112678159.72	37559386.47	14.1908040	
Resíduo	12	31760893.72	2646741.1		

R<sup>2</sup> (%) 86.79 R<sup>2</sup> (ajustado) 82.38

Apêndice 18. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável fitomassa seca x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	25850432.72			0
Regressão	1	21886599.82	21886599.82	176.4942	0
Grau 1	1	21886599.82	21886599.82	176.4942	0.001061
Desvio	3	3963832.90	1321277.63	10.654827	
Resíduo	12	1488088.9863	124007.41		

R<sup>2</sup> (%) 84.66 R<sup>2</sup> (ajustado) 79.55

Apêndice 19. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável proteína bruta seca x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	536.00155555			
Regressão	1	436.1780327	436.1780327	998.3475229	0
Grau 1	1	436.1780327	436.1780327	998.3475229	0
Desvio	3	99.82352281	0.4369	76.16046602	0
Resíduo	12	5.2428			

$R^2$  (%) 81.37     $R^2$  (ajustado) 75.16

Apêndice 20. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável nitrogênio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	12.6867			
Regressão	1	10.3240	10.3240	999.9099	0
Grau 1	1	10.3240	10.3240	999.9099	0
Desvio	3	2.3637	0.787574	76.2784	0
Resíduo	12	0.1239	0.010325		

$R^2$  (%) 81.37     $R^2$  (ajustado) 75.16

Apêndice 21. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável fósforo x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.30077			
Regressão	1	0.2089855	0.2089855	245.86529	0
Grau 1	1	0.2089855	0.2089855	245.86529	0
Desvio	3	0.09178456	0.3059485	35.99394	0
Resíduo	12	0.0102	0.00085		

$R^2$  (%) 69.48     $R^2$  (ajustado) 59.31

Apêndice 22. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável potássio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	1.291131			
Regressão	1	1.2888204	1.2888204	169.02563	0
Grau 1	1	1.2888204	1.2888204	169.02563	0
Desvio	3	0.00231066	0.00077022	0.1010124	100.0
Resíduo	12	0.0915	0.007625		

$R^2$  (%) 99.82     $R^2$  (ajustado) 99.76

Apêndice 23. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável cálcio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.01126-49			
Regressão	1	0.00003582	0.00003582	0.1534964	100.0
Grau 1	1	0.00003582	0.00003582	0.1534964	100.0
Desvio	3	0.01122468	0.00374156	16.035251	0.00016914
Resíduo	12	0.0028	0.00023333		

$R^2$  (%) 0.3180     $R^2$  (ajustado) – 32.90

Apêndice 24. Análise de regressão da cultura de azevém para a variável magnésio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.01855816			
Regressão	1	0.01286489	0.01286489	55.135255	0
Grau 1	1	0.01286489	0.01286489	55.135255	0
Desvio	3	0.00569326	0.00189775	8.1332314	0.00318
Resíduo	12	0.0028	0.0002333		

$R^2$  (%) 69.32     $R^2$  (ajustado) 59.09

Apêndice 25. Análise de regressão da cultura do milho para a variável fitomassa fresca x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	253993396.047993			
Regressão	1	197851563.616814	197851563.616814	12.64527164	0.003952
Grau 1	1	197851563.616814	197851563.616814	12.64527164	0.003952
Desvio	3	56141832.4311179	18713944.1437263	1.19606286	0.35284323
Resíduo	12	187755457.584	15646288.132		

$R^2$  (%) 77.89       $R^2$  (ajustado) 70.52

Apêndice 26. Análise de regressão da cultura do milho para a variável fitomassa seca x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	54577975.711999			
Regressão	1	53087825.6975813	53087825.6975813	84.42302732	0
Grau 1	1	53087825.6975813	53087825.6975813	84.42302732	0
Desvio	3	1490150.0144186	4967116.67147287	0.78990474	100
Resíduo	12	7545973.28	628831.1066666		

$R^2$  (%) 97.26       $R^2$  (ajustado) 96.35

Apêndice 27. Análise de regressão da cultura do milho para a variável proteína bruta seca x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	21.26315			
Regressão	1	14.84653488	14.84653488	39.40686101	0.00004091
Grau 1	1	14.84653488	14.84653488	39.40686101	0.00004091
Desvio	3	6.41661512	2.13887171	5.67716445	0.01174412
Resíduo	12	4.521	0.37675		

$R^2$  (%) 69.82       $R^2$  (ajustado) 59.76

Apêndice 28. Análise de regressão da cultura do milho para a variável nitrogênio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.54452			
Regressão	1	0.38042814	0.38042814	39.525001	0.00004034
Grau 1	1	0.38042814	0.38042814	39.525001	0.00004034
Desvio	3	0.16409186	0.05469729	5.68283499	0.01170481
Resíduo	12	0.1155	0.009625		

$R^2$  (%) 69.82       $R^2$  (ajustado) 59.76

Apêndice 29. Análise de regressão da cultura do milho para a variável fósforo x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.01867			
Regressão	1	0.00602814	0.00602814	9.39450317	0.009811124
Grau 1	1	0.00602814	0.00602814	9.39450317	0.009811124
Desvio	3	0.01264186	0.00421395	6.56720024	0.00708659
Resíduo	12	0.0077	0.00064197		

$R^2$  (%) 32.28       $R^2$  (ajustado) 9.71

Apêndice 30. Análise de regressão da cultura do milho para a variável potássio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	1.19397			
Regressão	1	0.88747959	0.88747959	54.0567064	0
Grau 1	1	0.88747959	0.88747959	54.0567064	0
Desvio	3	0.30649041	0.10216347	6.22315547	0.00857279
Resíduo	12	0.197	0.01641667		

$R^2$  (%) 74.33       $R^2$  (ajustado) 65.77

Apêndice 31. Análise de regressão da cultura do milho para a variável cálcio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.00357			
Regressão	1	0.00080953	0.00080953	0.55829992	100
Grau 1	1	0.00080953	0.00080953	0.55829992	100
Desvio	3	0.00276047	0.00092016	0.63458968	100
Resíduo	12	0.0174	0.00145		

$R^2$  (%) 22.67     $R^2$  (ajustado) – 3.098

Apêndice 32. Análise de regressão da cultura do milho para a variável magnésio x tratamento.

	GL	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Total	4	0.01563			
Regressão	1	0.0122489	0.0122489	13.4850224	0.00319422
Grau 1	1	0.0122489	0.0122489	13.4850224	0.00319422
Desvio	3	0.0033811	0.00112703	1.24077235	0.3380672
Resíduo	12	0.0109	0.00090833		

$R^2$  (%) 78.36     $R^2$  (ajustado) 71.15



Apêndice 33. Localização do experimento.



Apêndice 34. Instalação do Experimento de azevém.



Apêndice 35. Adubação orgânica do experimento.



Apêndice 36. Vista Geral do experimento de azevém em 9/06/2011.



Apêndice 37. Determinação da altura(a) e corte das parcelas (b).

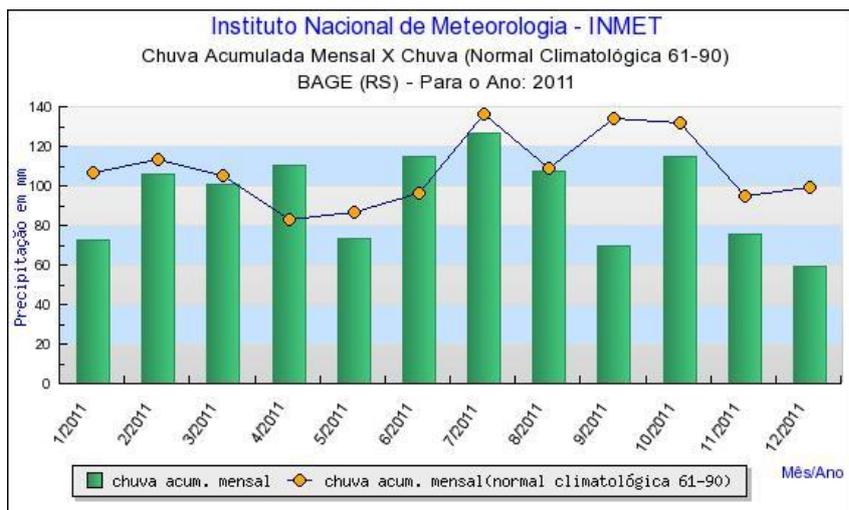


Apêndice 38. Separação botânica.

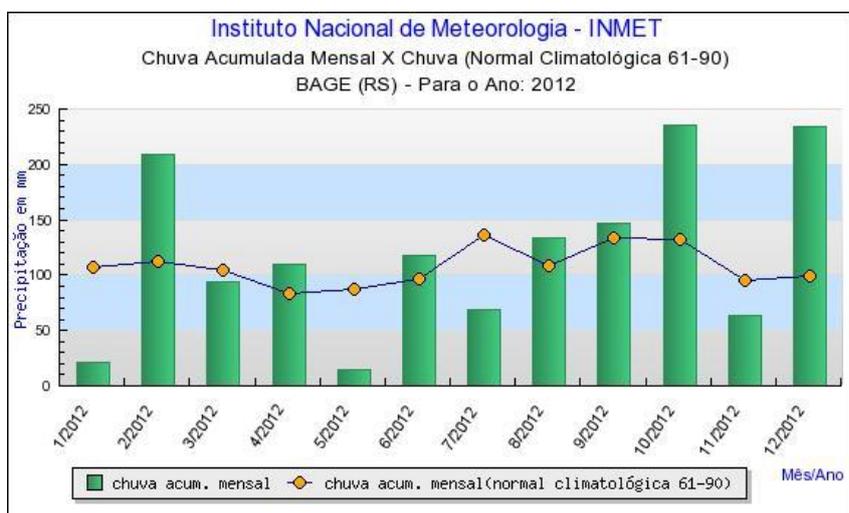


Apêndice 39. Preparo do solo para a cultura do milho.

## **ANEXOS**



Anexo 1. Precipitações acumuladas durante o ano de 2011 em Bagé-RS, fonte: INMET.



Anexo 2. Precipitações acumuladas durante o ano de 2012 em Bagé-RS, fonte: INMET.