

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

Indicadores de qualidade do solo na região da campanha do Rio Grande do Sul, sob sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin

Derli João Siqueira da Silva

Pelotas, 2015

Derli João Siqueira da Silva

Indicadores de qualidade do solo na região da campanha do Rio Grande do Sul, sob sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof^a Dr^a Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

Coorientador: Prof^o Dr Larri Antônio Morselli

Pelotas, 2015

Derli João Siqueira da Silva

Indicadores de qualidade do solo na região da campanha do Rio Grande do Sul, sob sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 14 de agosto de 2015

Banca examinadora:

.....
Prof^a. Dr^a Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli (Orientadora)
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

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

.....
Prof. Dr^a Daniela da Rocha Vitória Krolow
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr^a Luciane Nunes Pereira Suñe
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho à minha
esposa, filha, irmã, cunhado e
sobrinhos.

Agradecimentos

Agradeço a minha esposa Cleia Maria, amada orientadora da minha vida.

À Lídia Machado Severo, que pelo seu incansável esforço sustentou esse trabalho.

À prof.^a Tânia Morselli pela amizade, confiança e orientação nesse trabalho.

Ao prof. Larri Morselli pelo incentivo em continuar.

Luciane e Eliana, obrigado pela “sempre” amizade e companheirismo.

Aos alunos dos cursos de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade da Região da Campanha pela paciência.

À Universidade Federal de Pelotas por ofertar esse programa maravilhoso que é o SPAF.

Aos professores e funcionários do programa de pós-graduação.

À Universidade da Região da Campanha por permitir a realização desse trabalho.

A meu pai e minha mãe por terem existido.

A minha irmã por seguir sendo a minha mãe.

E, filha, obrigado por tu existires.

“Alimente seu pasto com os seus animais (1994)”
Nilo Ferreira Romero (☼1922 †2014)

Resumo

SILVA, Derli João Siqueira da. **Indicadores de qualidade do solo na região da campanha do Rio Grande do Sul, sob sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin.** 2015. 116f. Tese - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A região da campanha do Rio Grande do Sul é caracterizada por ter como matriz produtiva histórica a pecuária de corte, apresentando a figura do pecuarista familiar que tem na baixa produtividade da exploração pecuária seu principal sustento. O solo é a base produtiva para a atividade agropecuária, sendo preciso que se encontre mecanismos que levem a melhoria de suas propriedades naturais. Esse trabalho foi conduzido sobre solo coberto por vegetação campestre pertencente ao bioma pampa objetivando testar o efeito de dois sistemas de pastoreio com bovinos, pastoreio Contínuo e rotativo Voisin, na melhoria das condições de fertilidade deste solo, nas suas características químicas e biológicas, nas populações de ácaros e colêmbolos e na preservação das condições ambientais naturais. O presente experimento foi conduzido junto ao Campus Rural da Universidade da Região da Campanha, Campus Bagé-RS. O trabalho consistiu na utilização de dois tratamentos, representados pelo pastoreio de gado bovino em pastagem natural utilizando o sistema de pastoreio Voisin e o sistema de pastoreio Contínuo durante um período de três anos. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com repetições. As variáveis foram produção de esterco, pH em água, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, capacidade de troca de cátions, nitrogênio total, carbono orgânico, relação C/N, levantamento populacional da mesofauna (ácaros, colêmbolos e suas relações). A análise dos dados sugere que o pastoreio Voisin em relação ao Contínuo permite: aumentar a distribuição de dejeções bovinas por unidade de superfície pastoril; aumentar o pH e a CTC do solo; diminuir os teores de Al e de H+Al a partir do segundo ano; aumentar a partir do segundo ano a matéria orgânica, o potássio, o cálcio e o magnésio, e o fósforo a

partir o terceiro; aumentar os teores de nitrogênio e carbono orgânico; diminuir a relação carbono/nitrogênio; mais do que duplicar as comunidades de ácaros e colêmbolos. Ambos os sistemas de pastoreio não alteraram substancialmente os índices de diversidade, uniformidade e similaridade das populações de ácaros e colêmbolos. Observou-se que fósforo, potássio, cálcio e matéria orgânica aumentaram onde havia maiores populações de organismos do solo, condições estas encontradas no sistema de pastoreio Voisin. Concluiu-se que o sistema de pastoreio Voisin é uma ferramenta capaz de melhorar os atributos químicos e biológicos do solo favorecendo o pecuarista familiar.

Palavras-chave: pastagem; mesofauna do solo; química do solo; matéria orgânica

Abstract

SILVA, Derli João Siqueira. **Soil quality indicators in the campaign region of Rio Grande do Sul under continuous grazing systems and Voisin**. 2015. 116f. Thesis - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

The campaign region of Rio Grande do Sul is characterized by having as historical production matrix beef cattle, with the figure of the family farmer who has low productivity of livestock farming their main livelihood. The soil is the production base for agricultural activities, and must be located mechanisms that lead to improvement of its natural properties. This work was conducted on soil covered by grassland belonging to the pampa biome aiming to test the effect of two grazing systems with cattle, continuous and rotational grazing Voisin, improving fertility conditions of soil, its chemical and biological characteristics in populations mites and springtails and the preservation of natural environmental conditions. This experiment was conducted by the Rural Campus of the University of the Campaign Region, Campus Bagé-RS. The work involved the use of two treatments, represented by natural pasture in cattle grazing using the grazing system Voisin and continuous grazing system over a period of three years. The experimental design was a randomized block with repeats. Variables were producing manure, pH, organic matter, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, aluminum, cation exchange capacity, total nitrogen, organic carbon, C/N, the population survey mesofauna (mites, springtails and their relations). Analysis of the data suggests that Voisin grazing on continuous allows: increase the

distribution of bovine stools per pasture surface unit; increasing the pH of soil and CTC; decrease the contents of Al and H+Al from the second year; increase from the second year organic matter, potassium, calcium and magnesium, and phosphorus from the third; increase the content of nitrogen and organic carbon; reduce the carbon/nitrogen ratio; more than double the communities of mites and springtails. Both grazing systems do not substantially alter the diversity indices, uniformity and similarity of populations of mites and springtails. It was observed that phosphorous, potassium, calcium and organic matter had increased where large populations of soil organisms found in these conditions Voisin grazing system. It was concluded that the Voisin grazing system is a tool to improve soil chemical and biological attributes favoring the family farmer

.

Keywords: pasture; mesofauna soil; chemical soil; organic matter

Lista de Figuras

| | | |
|----------|--|----|
| Figura 1 | Figura 1 - Biomas do Rio Grande do Sul Fonte: http://www.ibflorestas.org.br/bioma-pampa.html (Adaptado) | 22 |
| Figura 2 | Figura 2 - Croqui da área experimental. Em azul forte os poteiros Voisin. Em azul claro a área em Pastoreio Contínuo. Em amarelo os quadrantes de coleta das amostras de solo. | 33 |
| Figura 3 | Figura 3 - Determinação da altura e oferta forrageira..... | 40 |
| Figura 4 | Gráfico do pH em água (1:1) de solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 51 |
| Figura 5 | Gráfico da presença de alumínio (AL) num solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos..... | 52 |
| Figura 6 | Gráfico da presença de hidrogênio mais alumínio (H+AL) em um solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três | |

| | | |
|-----------|--|----|
| | anos | 53 |
| Figura 7 | Gráfico da CTC efetiva ($\text{cmol}_e/\text{dm}^3$) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 53 |
| Figura 8 | Gráfico da matéria orgânica (%) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 55 |
| Figura 9 | Presença de Fósforo (mg/dm^3 de solo) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 59 |
| Figura 10 | Gráfico da presença de Potásio (mg/dm^3 de solo) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. | 61 |
| Figura 11 | Gráfico da presença de Cálcio (cmol/dm^3) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 63 |
| Figura 12 | Presença de Magnésio (cmol/dm^3) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 65 |
| Figura 13 | Gráfico de presença de alumínio em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 67 |
| Figura 14 | Gráfico da relação Carbono/Nitrogênio (C/N) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 69 |
| Figura 15 | Gráfico da distribuição das populações de ácaros e colêmbolos em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 71 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 16 | Gráfico da distribuição das populações de ácaros e colêmbolos e da umidade do solo em pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 72 |
| Figura 17 | Gráfico da distribuição das populações de ácaros e colêmbolos, temperatura do ar e do solo em pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 73 |
| Figura 18 | Gráfico dos índices populacionais aplicados sobre ácaros e colêmbolos coletados em Trampas de Tretzel sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. | 78 |
| Figura 19 | Gráfico dos índices populacionais aplicados sobre ácaros e colêmbolos coletados em Funis de Tulgren sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 79 |
| Figura 20 | Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de fósforo em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 80 |
| Figura 21 | Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de potássio em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 82 |
| Figura 22 | Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de cálcio em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 84 |
| Figura 23 | Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de matéria orgânica em solo coberto | |

por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio
Contínuo e Voisin durante um período de três anos 85

Lista de Tabelas

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Variáveis climatológicas e umidade do solo obtidos durante o período experimental (18/07/2011 a 04/11/2013) | 48 |
| Tabela 2 | Quantidade de esterco* (kg) recolhido em sete épocas de avaliação sobre pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 49 |
| Tabela 3 | pH em água (1:1) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos..... | 51 |
| Tabela 4 | CTC ($\text{cmol}_d/\text{dm}^3$) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 54 |
| Tabela 5 | Matéria orgânica (%) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 55 |
| Tabela 6 | Presença de fósforo (mg/dm^3) em solo coberto por | |

| | | |
|-----------|---|----|
| | pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 58 |
| Tabela 7 | Teor de potássio (mg/dm^3) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 60 |
| Tabela 8 | Teor de cálcio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 62 |
| Tabela 9 | Teor de Magnésio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 64 |
| Tabela 10 | Teor de alumínio (%) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 66 |
| Tabela 11 | Composição em Nitrogênio (g/kg) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 68 |
| Tabela 12 | Composição em Carbono orgânico (g/kg) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 68 |
| Tabela 13 | Composição em Nitrogênio (g/kg) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 70 |
| Tabela 14 | Índices populacionais aplicados sobre ácaros e colêmbolos coletados em Trampas de Tretzel sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos | 76 |
| Tabela 15 | Índices populacionais aplicados sobre ácaros e colêmbolos coletados em Funis de Tulgren sobre solo | |

coberto por pastagem natural submetida a sistemas de
pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três
anos

Sumário

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | Introdução | 19 |
| 2 | Revisão da Literatura | 21 |
| 2.1 | A Região da Campanha do RS e sua inserção no Bioma Pampa – Características de formação e históricas | 21 |
| 2.2 | A pecuária familiar na Região da Campanha | 23 |
| 2.3 | O solo como fator de produção na exploração pecuária | 24 |
| 2.3.1 | A matéria orgânica na melhoria das características do solo | 25 |
| 2.3.2 | A parcagem como fonte de matéria orgânica ao solo | 25 |
| 2.6 | Os sistemas de pastoreio Contínuo e rotativo Voisin | 27 |
| 2.7 | Ácaros e colêmbolos no solo | 32 |
| 3 | Material e Métodos | 36 |
| 3.1 | Localização da área experimental | 36 |
| 3.2 | Clima da região | 36 |
| 3.3 | Tipo de solo | 36 |
| 3.4 | Campo experimental | 37 |
| 3.5 | Tratamentos | 37 |
| 3.6 | Delineamento experimental | 38 |
| 3.7 | Demarcação dos tratamentos | 39 |
| 3.8 | Unidades de observação (parcelas) | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 3.9 Manejo dos animais nos tratamentos..... | 40 |
| 3.10 Coletas das amostras | 41 |
| 3.11 Variáveis analisadas | 42 |
| 3.12 Metodologias para análise das variáveis | 43 |
| 3.12.1 Deposição de esterco (parcagem) | 43 |
| 3.12.2 Análises químicas e de umidade do solo..... | 44 |
| 3.12.3 Quantificação da mesofauna do solo | 44 |
| 3.13 Análises estatísticas | 45 |
| 3.13.1 Variáveis referentes a composição química do solo | 45 |
| 3.13.2 Variáveis referentes a mesofauna do solo..... | 46 |
| 3.14 Dados climatológicos do período experimental | 48 |
| 4 Resultados e discussão..... | 49 |
| 4.1 Parcagem | 49 |
| 4.2 Características químicas do solo..... | 50 |
| 4.2.1 pH e CTC | 50 |
| 4.2.2 Matéria orgânica | 54 |
| 4.2.3 Fósforo | 57 |
| 4.2.4 Potássio | 59 |
| 4.2.5 Cálcio..... | 61 |
| 4.2.6 Magnésio | 63 |
| 4.2.7 Alumínio | 65 |
| 4.2.8 Nitrogênio total (N), carbono orgânico (C) e relação C/N do solo..... | 66 |
| 4.3 Mesofauna do solo | 70 |
| 4.3.1 Levantamento populacional de ácaros e colêmbolos..... | 70 |
| 4.3.2 Descritores para análise das populações de ácaros e colêmbolos..... | 74 |
| 4.3.3 Relação entre a mesofauna e nutrientes do solo | 80 |
| 5 Conclusão | 87 |
| 6 Considerações finais | 88 |
| Referências | 89 |
| Apêndices | 97 |

1 Introdução

A região da campanha do Rio Grande do Sul é caracterizada por ter como matriz produtiva histórica a pecuária de corte e, nas últimas décadas, inserindo-se também a lavoura arrozeira. Perante esse contexto surgiu a figura do pecuarista familiar, que tem na baixa produtividade da exploração pecuária seu principal sustento, e por isso carecendo de perspectivas para que possa se manter nessa atividade.

É importante que a pesquisa procure desenvolver mecanismos que possam oferecer a esse produtor uma proposta culturalmente exequível de ser implementada, pela interação dos fatores solo x planta x animal, e permitindo que ele tenha condições de alcançar melhores condições de crescimento econômico, integrado de forma mais harmônica possível com o ambiente natural em que se encontra.

Dentre esses fatores fundamentais no processo agrícola o solo é a base produtiva para a atividade agropecuária, sendo preciso que se encontre mecanismos que levem a melhoria de suas propriedades naturais, permitindo que os processos produtivos dele dependentes sejam intensificados.

Buscando influenciar positivamente no fator solo o presente trabalho foi conduzido com o objetivo geral de testar o efeito de dois sistemas de pastoreio com bovinos, denominados pastoreio Contínuo e rotativo Voisin, nas características químicas e biológicas do solo, dentro de seu ambiente natural.

E como objetivos específicos, trabalhando em um solo pertencente ao bioma pampa, verificar a influencia desses sistemas de pastoreio nas características químicas desse solo, sem a utilização de fertilizantes industrializados, nas suas características biológicas pelo aumento no depósito de material orgânico, proceder levantamentos populacionais de ácaros e colêmbolos em campo nativo, e observar as diferenças apresentadas entre dois sistemas de pastoreio em relação aos atributos químicos e biológicos do solo.

Nesse sentido o presente trabalho propõe a hipótese de que os sistemas de pastoreio são capazes de influenciar as propriedades químicas e biológicas do solo,

e que essa influência possa ser positiva nesse ambiente que é a base produtiva do pecuarista familiar.

2 Revisão da Literatura

2.1 A Região da Campanha do RS e sua inserção no Bioma Pampa – Características de formação e históricas

O bioma pampa é representado por uma área total de 88.240.000ha, onde 20% dele encontra-se dentro do estado do Rio Grande do Sul (17.649.600ha), e o restante compreende todo o Uruguai e as partes da Argentina (PICOLI e SCHADELBACH, 2007).

O nome bioma “pampa”, termo de origem indígena para região plana, define um conjunto de vegetação de campo em relevo de planície (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2015). Nele ocorre um grande número de espécies, onde no pampa gaúcho são encontrados aproximadamente 3.000 espécies de plantas, 385 espécies de aves e 90 espécies de mamíferos, além de outros grupos animais (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

No Rio Grande do Sul o bioma pampa vai de São Borja, até a praia de Torres, descendo até o sul do estado, compreendendo o litoral sul, depressão central, fronteira oeste e campanha gaúcha. (Figura 1)

Este bioma, tem 41% de sua área ainda coberta por vegetação nativa, desta 22% são formações campestres, 5% são formações florestais e 13% são formações indefinidas, o restante da área já se apresenta modificada pelo uso antrópico. Nesse sentido estão sendo desenvolvidas ações no sentido da construção de políticas de preservação ambiental, onde uma das grandes dificuldades é que estas políticas também levem em consideração a sustentação dos produtores rurais desta região (HASENACK, 2014).

Segundo o IBGE (2006), o bioma pampa gaúcho, no ano de 2006, apresentava um total de 186.632 estabelecimentos agropecuários, distribuídos em 13.167.696 ha, o que representaria um tamanho médio das propriedades rurais próximo a 71 ha.

Na região da campanha do estado, onde insere-se o município de Bagé, existem fatores estruturantes históricos, elementos sócio-econômicos que são expressos na utilização destes campos por produtores rurais que tem na pecuária extensiva e na rizicultura sua principal atividade de renda.

O rebanho bovino em 2006 no Rio Grande do Sul era de 13.974.827 animais, sendo que destes 10.652.664 animais encontram-se no bioma pampa (FEEDADOS, 2010).



Figura 2 - Biomas do Rio Grande do Sul

Fonte: <http://www.ibflorestas.org.br/bioma-pampa.html> (Adaptado)

2.2 A pecuária familiar na Região da Campanha

No contexto em que a atividade pecuária é uma histórica tradição na Região da Campanha, surge a figura do pecuarista familiar.

Para a EMATER-RS (2010) o perfil do pecuarista familiar compreende aquele que utiliza a mão de obra estritamente familiar, adotando níveis tecnológicos de baixo impacto ambiental, que em contrapartida, revelam baixa rentabilidade econômica. Gerenciam rebanhos pequenos cujo desfrute é insuficiente para viabilizar poupanças que suportem investimentos capazes de alterar este quadro. Compreendem aproximadamente 50.000 famílias de produtores rurais cujas atividades se desenvolvem a margem de políticas públicas voltadas para esse setor. Estas famílias detêm cerca de três milhões de cabeças de gado e respondem por parcela relevante na produção deste tipo de carne.

O manejo empregado na criação é extensivo, resultado do pastoreio Contínuo feito pelo gado no campo nativo, integrante do bioma pampa. Nesse sentido, para que o campo nativo continue suportando esse tipo de exploração, o produtor trabalha com uma baixa carga animal, resultando também em baixos índices de rendimento.

A matriz da pecuária de cria que se pratica no estado está baseada na utilização extensiva (no sentido de pouco insumo técnico) dos campos naturais. No atual modelo produtivo, as possibilidades de investimento e intensificação são bastante restritas. O sistema sofre com baixos índices produtivos, oriundos essencialmente da inconstância, e insuficiência, de oferta de forragem ao longo do ano. A pecuária gaúcha apresenta baixos resultados zootécnicos espelhados no baixo investimento na exploração, pouca mecanização e emprego de mão de obra reduzida (CARVALHO et al., 2011; MIELITZ NETTO, 1994).

Segundo Fochezatto et al. (2004) diferentes qualidades de solo ou diferentes tamanhos de áreas, podem diferenciar substancialmente a renda familiar real dos produtores dentro do mesmo estrato social, mesmo que as condições de produção do pecuarista familiar tendem a garantir a alimentação da família. Portanto o pecuarista familiar é pouco capitalizado e sua renda provém, invariavelmente da

venda de gado, da venda de excedentes dos cultivos de subsistência, e em alguns casos da prestação de serviço como mão de obra rural.

2.3 O solo como fator de produção na exploração pecuária

O solo é fator preponderante para o crescimento da pastagem natural, sustento do gado bovino. Seus aspectos químicos, físicos e biológicos podem ser otimizados para que forneça condições mais satisfatórias para o crescimento das plantas, o que resultaria também na melhoria dos índices zootécnicos da produção pecuária, agregando renda familiar.

O desequilíbrio ecológico do solo é consequência do cultivo intensivo (degradação física), do uso indiscriminado de agrotóxicos e da perda da vegetação natural. Com isso ocorre um decréscimo na contribuição dos processos biológicos para a nutrição das plantas, para o controle natural de pragas e doenças além da contaminação ambiental, de alimentos e de matérias-primas. As etapas de decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes ocorrem na serrapilheira, onde se concentram os organismos responsáveis pela fragmentação das cadeias carbônicas. Os resíduos vegetais são os responsáveis pela heterogeneidade da serrapilheira, o que determina a diversificação da fauna presente bem como a cadeia trófica (MORSELLI, 2009).

Segundo Assad (1997) e Coleman e Grossley (1995) o solo, não obstante de carecer mais estudos quanto a sua biologia, representa um dos mais intrincados habitats da terra e uma forma de melhorar as potencialidades do solo é através do uso da matéria orgânica.

Para Khatounian (2010) em função das informações e conceitos existentes, as decisões sobre o manejo do solo, das lavouras e das criações geram efeitos uns sobre os outros e sobre a fertilidade do sistema como um todo. Esses efeitos ocorrem mesmo quando os gerentes do sistema trabalham com uma visão compartimentalizada. Isso porque a natureza funciona de maneira integrada e o sistema agrícola não deixa de ser um sistema biológico, estando sujeito aos mesmos processos que os sistemas naturais. A diferença única consiste em que,

nos sistemas agrícolas, dentro de certos limites, a dinâmica natural pode ser manejada pelo agricultor, tanto para melhor quanto para pior.

2.3.1 A matéria orgânica na melhoria das características do solo

Para Gliessman (2000) a matéria orgânica, além de fornecer a fonte mais óbvia de nutrientes para o crescimento das plantas, constrói, promove, protege e mantém o ecossistema do solo. Além disso, “é um componente-chave da boa estrutura, aumenta a retenção de água e nutrientes, é a fonte de alimento para os microrganismos do solo, e fornece proteção mecânica importante para a superfície”.

Brady (1989) salienta que a adição de esterco é uma forma de elevar a matéria orgânica dos solos. Segundo ele embora uma parte desta matéria orgânica seja decomposta entre um a dois anos, outra parte é transformada em húmus que é capacitado a liberar nutrientes mais lentamente.

Para Igue (1984) e Van Raij (1991) o efeito favorável da matéria orgânica nas características dos solos está relacionado à agregação das partículas e à estabilização dos agregados, o que resulta em maior porosidade, aeração e retenção de água. Os macroporos relacionados a matéria orgânica são importantes na movimentação da água (infiltração, percolação e drenagem), na troca de gás (oxigênio e dióxido de carbono) e no fornecimento de canais desenvolvimento radicular e contribuindo para maior acesso aos nutrientes pelas plantas.

2.3.2 A parcagem como fonte de matéria orgânica ao solo

A parcagem, segundo Alves et al. (2005), consiste basicamente na aplicação localizada de esterco de gado, onde um grande número de animais é confinado durante a noite numa área reduzida, promovendo em função disso fertilização do solo deste local

Trata-se de uma prática secular que foi trazida pelos primeiros colonos portugueses que vieram para o Brasil.

Modesto Júnior et al. (2010) também sugerem a parcagem como um método eficaz de fertilização do solo para o cultivo de plantas, que pode ser utilizado por agricultores familiares que dispõem de criação bovina, uma vez que favorece significativamente a matéria orgânica do solo.

Os bovinos evacuam quantidades apreciáveis de excrementos. De acordo com Marsh y Campling (1970), Fincher et al (1981) e Millot et al (1987) um bovino adulto defeca 12 vezes por dia e em cada evacuação libera em média 15kg de fezes. Também Siqueira (1991) relata que 100 vacas produzem em um ano 1.825.000kg de esterco fresco (fezes e urinas), contendo 219.000kg de matéria seca, 9.986kg de N, 3.814kg de P₂O₅ e 8.152kg de K₂O. Esta produção equivaleria a 49.900kg de sulfato de amônio, 21.200kg de superfosfato simples e 14.000kg de cloreto de potássio.

Para Carâmbula (2004) as dejeções dos animais ocupam um lugar importante na fertilização da pastagem, já que porcentagens apreciáveis dos nutrientes que o gado remove do solo pelo pastejo, são devolvidos ao mesmo pelas fezes e urina.

Klapp (1971) explica que a composição do estrume varia entre limites muito afastados, dependendo do tipo de alimentação e da espécie animal. Segundo ele vários autores indicam uma composição média em torno de 0,5% de N; 0,25% de P₂O₅; 0,6 de K₂O e 0,55% de CaO, o que resultaria para cada 1000kg de esterco em 50, 22, 60 e 55kg destes nutrientes respectivamente.

Ainda Klapp (1971) relata que anualmente cada bovino adulto excreta 5,5m³ de urina e 9,5m³ de esterco. A urina é rica em nitrogênio e potássio, mas extremamente pobre em fósforo, sendo que a relação dos nutrientes N : P₂O₅ : K₂O : CaO é da seguinte ordem 100 : 1 : 300 : 15. Já no esterco a relação destes nutrientes é mais estreita, sendo respectivamente 1,7 : 1 : 0,9 : 2.

Segundo Voisin (1979) em um dia de pastoreio um boi de 500kg defeca 12 a 30 vezes, expelindo 25kg de esterco. Nesse caso em uma estação de pastoreio de 180 dias, 4.500kg de excrementos são depositados sobre o pasto. Se

considerarmos que o diâmetro de cada bolo fecal é de 25cm, seu conjunto representaria uma área coberta de 0,8m² por dia e 144m² por estação de 180 dias.

Figuerola (2008) descrevendo o efeito de vários esterco sobre o solo, relata que os esterco bovino e equino são os mais ricos em fibras, ajudando a desenvolver organismos que são antagonistas de fungos causadores de doenças de solo.

Para Campos (1997) a avaliação da atividade microbiana no solo é fundamental no monitoramento ambiental e na avaliação das práticas de manejo utilizadas. A biomassa microbiana do solo, graças a sua atividade, atua na formação e estabilização de agregados e na ciclagem de nutrientes. A vegetação influencia diretamente a biomassa microbiana e, por isso, sua eliminação ocasiona uma drástica queda da biomassa de carbono, como revelam estudos envolvendo desmatamentos.

Segundo Rodrigues et al. (2008) os nutrientes que retornam à pastagem por meio das fezes e da urina são distribuídos desuniformemente, portanto, esse retorno é influenciado pela taxa de lotação animal, pela forma de pastejo, pela área de descanso, pelo animal (espécie, raça, sexo), pela quantidade e frequência de excreção, pelo sistema de manejo da pastagem, pela localização das aguadas, pela topografia do terreno e pelas sombras.

2.6 Os sistemas de pastoreio Contínuo e rotativo Voisin

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (2015) no pastoreio Contínuo o efetivo animal é distribuído igualmente pela área de pastagem disponível. Nele o número de animais sobre as áreas pastoris é baixo. Tais condições permitem uma maior seleção das plantas mais nutritivas. Mas parte das espécies úteis entram em declínio e alguns tipos de pasto não são resistentes a este sistema.

Melado (2002) relata que para o pastoreio Contínuo o gado fica sobre uma mesma área de pastagem um período indefinido. Quase sempre ocorre uma das

seguintes situações indesejáveis, às vezes ocorrendo simultaneamente as duas, quando a pastagem é muito extensa:

a) Superpastoreio: com a pastagem sendo consumida além do conveniente, o que não permite a renovação das reservas e conduz a pastagem à degradação;

b) Subpastoreio: originando sobras de pastagens, que muitas vezes funciona como uma justificativa para as queimadas das pastagens.

O autor comenta ainda que quando a pastagem é muito extensa, quase sempre, ocorrem as duas situações simultaneamente: superpastoreio nos locais mais agradáveis ao gado e próximos das aguadas e saleiros e, subpastoreio nos extremos da pastagem e locais de acesso mais difícil ao gado.

O pastoreio Contínuo permite que o gado realize grandes caminhadas diariamente. O gado de corte, quando em pastagens extensas, chega a caminhar 10 km por dia. Sabendo que o consumo de energia na caminhada é de $0,48 \text{ cal} \times \text{Kg de peso vivo} \times \text{m linear caminhado}$. Um novilho de 300 kg pode gastar com a caminhada a energia equivalente ao ganho de peso de 144 g/dia ou 52,5 kg/ano (BLASTER, 1964 e SORIO, 2000 apud MELADO, 2002).

Algumas plantas forrageiras possuem maior valor nutricional, o que leva a intensidades de desfolha mais elevadas, na ausência de um ajuste adequado de carga animal em pastejo Contínuo. Este fato gera uma resposta morfogênica nas plantas, com formação de folhas menores e menos longevas, como estratégia de escape à desfolha (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

O pastoreio rotacionado ou rotativo compreende outro sistema diferente do Contínuo onde, conforme Santos (2015), as áreas de pastagem são divididas em piquetes ou poteiros que são submetidos a períodos alternados de pastejo e descanso. A grande vantagem deste método de pastejo é proporcionar um maior controle sobre o pasto. Ele permite definir quando e por quanto tempo as plantas estarão sujeitas à desfolha, os pastejos tendem a ser mais uniformes e a eficiência de pastejo mais elevada.

O Pastoreio Racional Voisin (PRV) é um método de pastoreio rotativo proposto pelo cientista francês André Voisin que leva em consideração o manejo do complexo solo-planta-animal, consistindo no pastoreio direto e em rotações de

pastagens. A intervenção do homem se dá através da subdivisão da área em piquetes, permitindo o direcionamento do gado para aqueles que apresentam o pasto no seu tempo de repouso adequado. Isso possibilita aos demais piquetes que o pasto recupere suas reservas para crescer novamente. Esses períodos variam de acordo com as espécies do pasto, estação do ano e as características climáticas da região e a fertilidade do solo (BERTON e RICHTER, 2011).

Voisin (1974) estabelece quatro princípios ou leis que devem orientar um sistema de pastoreio rotativo:

- 1ª Lei ou Lei do Repouso - “para que um pasto cortado pelo dente do animal possa dar a sua máxima produtividade é necessário que, entre dois cortes sucessivos a dente, haja passado o tempo suficiente, que permita ao pasto: armazenar nas suas raízes as reservas necessárias para um início de rebrote vigoroso; realizar a sua “Labareda de Crescimento”, ou grande produção de pasto por dia e por hectare”.

A respeito desta lei Machado Filho (2011) relata que:

“... o rebrote da pastagem assume um formato sigmóide, ao que Voisin denominou como “curva sigmóide” do crescimento dos pastos. De fato, independentemente da estação do ano, das espécies forrageiras compondo a pastagem, da fertilidade do solo, da umidade, da temperatura, da luminosidade e demais fatores que possam estar afetando o crescimento da pastagem, essa sempre estará assumindo um formato sigmóide. Logo, esse aspecto pode ser generalizado. Na curva sigmóide, o início do rebrote é lento, e a acumulação de matéria seca produto da fotossíntese também é lenta. Mas a velocidade de crescimento é ascendente, quer dizer a aceleração da curva é positiva. A curva assume sua máxima aceleração na chamada “labareda de crescimento”, até que encontra na segunda metade da curva o momento de máxima velocidade de crescimento, quando a aceleração da curva é igual a zero. Esse é o tempo ótimo de repouso, o momento em que a aceleração da curva sigmóide é igual a zero. A partir desse ponto, embora o pasto continue crescendo, o faz com uma velocidade decrescente, ou seja com aceleração negativa. Logo, esse momento da curva sigmóide corresponde ao limite do período onde se obtém a máxima produtividade do pasto por unidade de tempo. E por isso obtemos a maior produtividade da pastagem observando o tempo ótimo de repouso. É esse também o momento de maior acumulação de proteína, energia e matéria orgânica digestível por unidade de tempo e por área. Se não cortada pelo dente da vaca a planta começa, então, a preparar-se para

completar seu ciclo vegetativo, direcionando suas energias para o florescimento e formação de sementes. Como consequência a planta começa a reduzir sua relação folha:caule, aumentar o conteúdo de parede celular, e reduzir o conteúdo celular de proteína bruta”.

- 2ª Lei ou Lei da Ocupação - “o tempo global de ocupação de um piquete deve ser suficientemente curto de modo a que um pasto cortado no primeiro dia de ocupação não seja cortado de novo antes que os animais deixem a parcela.”

Para Lenzi (2012) a segunda lei está intrinsecamente ligada à primeira.

“... se a forragem é pastoreada mais de uma vez pelo animal durante o mesmo período de permanência deste no piquete, esta forragem não terá um período de repouso suficiente para atender o que determina a primeira lei. Logo, para que a primeira lei não seja negligenciada, é necessário que a segunda também não seja. Somente um tempo de ocupação reduzido, fará com que os animais não consumam o rebrote das plantas durante esse mesmo período de permanência no piquete. Para que o tempo de ocupação seja o mais breve, é necessário se utilizar alta carga instantânea³, onde o animal consuma a forragem disponível no menor tempo possível e de maneira uniforme, mas sempre se mantendo uma resteva que não deixe o solo exposto e tão pouco comprometa nova rebrotação.”

- 3ª Lei ou Lei da Ajuda - “é preciso ajudar os animais de exigências nutricionais mais elevadas para que possam colher a maior quantidade de pasto e que este seja da melhor qualidade possível.”

Lenzi (2012) salienta que:

“... com altas cargas instantâneas em PRV, os animais passam de seletivos a vorazes, pelo aumento na competição alimentar, mas sem alterar a produção. Essa melhor qualidade da forragem no PRV se deve a melhor relação folha/colmo que existe no momento em que a planta deve ser pastoreada, onde há participação mais expressiva de folhas jovens e tenras, contribuindo para que as mesmas tenham boa composição química e alta digestibilidade. Portanto, práticas de manejo que procuram manter maior proporção de lâminas foliares na pastagem podem determinar aumento na qualidade nutritiva da forragem e maior consumo voluntário. No PRV, logo que entram no piquete, os animais estabelecem uma estação de pastoreio, onde realizam a seleção interespecífica (entre espécies forrageiras) e intraespecífica (dentro de uma espécie forrageira). Assim, ao pastar estabelecem uma hierarquia da dieta, priorizando algumas plantas e, dentre essas plantas as partes mais novas, tenras e com mais folhas

(PINHEIRO MACHADO FILHO, 2007). A condução do pastoreio deve proporcionar aos animais de maiores necessidades (vacas em lactação, novilhos em terminação) essas partes mais digestíveis, permitindo que os mesmos façam o desnate da pastagem, ou seja, consumam principalmente a ponta das folhas, onde se encontram os maiores teores de PB. Já para os animais de menores exigências alimentares (vacas de descarte), os estratos inferiores da forragem fornecem os requerimentos necessários, podendo então se realizar o repasse, consumindo a forragem por inteiro, mas sempre atendendo a segunda lei.”

- 4ª Lei ou Lei dos Rendimentos Regulares - “para que um bovino possa dar rendimentos regulares, é necessário que não permaneça mais do que três dias em uma mesma parcela. Os rendimentos serão máximos se o bovino não permanecer mais de um dia na mesma parcela.”

Em relação a essa lei, Lenzi (2012) também faz as seguintes considerações:

“... um animal alcança o máximo rendimento no primeiro dia de pastoreio, e os rendimentos vão diminuindo à medida que o tempo de permanência em cada piquete aumenta (BLASER, 1994). Segundo Pinheiro Machado (2010), os rendimentos vão diminuindo à medida que o tempo de permanência em cada piquete aumenta, particularmente, em condições tropicais e subtropicais. Cóser et al. (1999) observaram a forragem de um piquete de capim-elefante em pastoreio durante vários dias, e concluíram que o valor nutritivo da forragem é mais alto no primeiro dia e mais baixo no último de ocupação. Verifica-se que com o aumento no tempo de ocupação dos piquetes, houve decréscimo linear nos teores proteicos e na digestibilidade da forrageira, pois à medida que aumenta a permanência dos animais nos piquetes ocorre queda no valor nutritivo da pastagem, diminuindo a taxa de ingestão voluntária de forragem, conseqüentemente havendo reflexos negativos na produção animal. Em contraponto Silveira & Pinheiro Machado Filho (2006) observaram que altas cargas instantâneas, juntamente com tempos muito curtos de ocupação (12 a 24 h), dos piquetes resultaram em melhor aproveitamento da pastagem e maior produção de massa no rebrote seguinte, mas sem alterar a produção de leite.”

O pastoreio rotativo faz com que a área de pastagem disponível para cada animal se reduza, causando maior competição entre eles em função da sua maior concentração em um potreiro o que resulta na diminuição da seleção das melhores espécies forrageiras e conseqüente maior atenção ao próprio volume de consumo de matéria seca para atingir suas exigências nutricionais (JOCHIMS, 2012).

Segundo Hodgson (1984) uma pastagem em pastoreio extensivo Contínuo, entre 1 a 2% da sua área pode ser coberta de esterco em um ano. Para o mesmo autor a distribuição heterogênea de fezes e urina leva a um crescimento desuniforme da forragem. Estes dejetos acabam se concentrando nas aguadas, sombras e paradouros dos animais.

Em contrapartida, quando o gado é conduzido dentro de um sistema de pastoreio rotativo racional (VOISIN,1979; ROMERO,1998), os animais que antes eram criados dispersos na propriedade, são concentrados em pequenos poteiros, durante um curto período de tempo (até consumirem a pastagem), e posteriormente são deslocados para o próximo poteiro. Com isso os dejetos, que antes eram esparsos, ficam concentrados em cada um destes poteiros, contribuindo mais significativamente com a matéria orgânica do solo.

Para Romero (1998) a diferença entre o sistema de pastoreio rotativo comum e o rotativo racional ou Voisin, está no fato de que no primeiro o tempo em que um poteiro fica reservado da entrada de animais é fixo, pré-estabelecido, o que não garantirá com que no dia previsto para a entrada dos animais nesse poteiro, ele realmente esteja em situação ambiental favorável para recebê-los. Já no sistema racional este tempo é variável de acordo com o crescimento da pastagem, portanto dependerá das condições ambientais momentâneas, luz, fertilidade, temperatura, água no solo e, portanto, vai variar conforme as diferentes situações. Se o produtor entender esse fato poderá explorar sua propriedade de maneira muito mais efetiva.

2.7 Ácaros e colêmbolos no solo

A fauna do solo ou edáfica é composta pelos organismos animais que fazem do solo o seu habitat natural. Bachelier (1978) e Berthelin et al (1994) apud Castro (2010), classificam essa fauna com base no tamanho dos organismos, arbitrado segundo uma base logarítmica, que define as seguintes classificações: Microfauna (< 0,2 mm, ligeiramente mais móveis que a microflora, ex. protozoários e nematóides); Mesofauna (0,2 a 4 mm, movimentam-se em fissuras, poros e na interface serrapilheira/solo, ex. ácaros e colêmbolos); Macrofauna (> 4 mm,

constroem ninhos, cavidades e galerias e transportam material de solo, ex. anelídeos e térmitas) e Megafauna (animais superiores).

Ela também está relacionada aos processos de manutenção da produtividade do sistema, tais como a decomposição e a ciclagem de nutrientes (KLENK, 2010; JONES, 1994; LAVELLE *et al.*, 1997; MELO *et al.*, 2009; JOUQUET, 2006). Em contrapartida esta fauna também pode receber a influencia das características do próprio solo, quais sejam físicas, químicas e/ou biológicas (CORREIA, 2002; MELO *et al.*, 2009; MERLIM *et al.*, 2005).

Esses organismos desempenham um papel chave no funcionamento do ecossistema, pois ocupam diferentes níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo, podendo modificar o seu ambiente através da participação nos ciclos biogeoquímicos e da contribuição para o desenvolvimento estrutural do solo (SILVA, 2006).

As atividades antrópicas e naturais causadoras de distúrbios tanto ao solo quanto a sua cobertura vegetal também alteram a distribuição da fauna desse solo uma vez que transformam a disponibilidade dos recursos alimentares, modificando as interações ecológicas intra e interespecíficas. Essas alterações nos organismos edáficos podem ser avaliadas tanto em relação ao seu aspecto quantitativo (número e distribuição de indivíduos) como também qualitativo (diversidade de espécies). Essas duas características tem sido utilizadas como bioindicadores da qualidade do solo, fornecendo uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo (MELO *et al.*, 2009).

Com respeito ao fator “qualidade de solo” autores descrevem o mesmo como:

a) “a capacidade desse solo em funcionar dentro do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais”;

b) "capacidade de um tipo específico de solo funcionar como ecossistema natural ou manejado para sustentar a produtividade animal e vegetal, manter a qualidade da água e do ar e suportar o crescimento humano”;

c) "condição do solo relativa aos requerimentos de uma ou mais espécies biológicas e/ou de algum propósito humano";

d) "capacidade do solo de sustentar a diversidade biológica, regular o fluxo de água e solutos, degradar, imobilizar e detoxificar compostos orgânicos e inorgânicos e atuar na ciclagem de nutrientes e outros elementos" (KARLEN *et al.*, 1997, JOHNSON *et al.*, 1997 e SEYBOLD *et al.*, 1998 apud CASTRO, 2010; DORAN e PARKIN, 1994 apud SANTANA e BAHIA FILHO, 2003).

A mesofauna do solo tem sido estudada como fator de avaliação da influência de técnicas agrícolas sobre a comunidade desses indivíduos no solo, em particular as de maior representação numérica como é o caso dos ácaros e colêmbolos (ASSAD *et al.*, 1997).

Diversos autores relatam a importante participação do filo arthropoda na composição da mesofauna do solo, onde 95% dos organismos que pertencem a esse filo são compreendidos pelos ácaros, pertencentes a classe arachnida, os colêmbolos, pertencentes a classe entognatha, além de outros indivíduos da classe insecta (MOREIRA *et al.*, 2010; RUPPERT, FOX e BARNES, 2005; LINS *et al.*, 2007; HOFFMANN *et al.*, 2009; BRASIL, 1998; SEASTED, 1984). Oliveira (2006) trabalhando com a fauna dos solos do cerrado encontraram a proporção de aproximadamente 94% dos organismos artrópodes pertencentes aos grupos dos ácaros e dos colêmbolos.

Ácaros e colêmbolos constituem as maiores populações da mesofauna do solo, por isso informações que mostrem sua situação populacional em número e comportamento são parâmetros importantes na avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas, podendo ser um dado integrante como indicador de sustentabilidade na qualidade do solo (SILVA *et al.*, 2007; BRASIL, 1998).

A atividade biológica dos ácaros e colêmbolos compreende o deslocamento entre a liteira, a serapilheira e a camada superficial do solo, movimentando-se entre estas e os poros do solo (MOÇO *et al.*, 2005).

Estes organismos tem relevante importância ao influenciar os processos de decomposição, por meio de escavações e transporte do material mineral e orgânico no solo (RIEF, 2010; BRASIL, 1998). Sendo também dependentes de umidade e

caracteristicamente terrestres, cuja fonte primária de alimentação está baseada em microrganismos e na fragmentação do material vegetal em decomposição, contribuindo para a ciclagem de nutrientes (UHLIG, 2005).

Rief (2010) também relata que depende do da localização no solo, diferentes métodos de extração destes microartrópodes são utilizados, sendo o mais indicado para a contagem do número de indivíduos em cada amostra de solo o uso do Funil de Berlese-Tullgren (DUCATTI, 2002).

Os colêmbolos tem seu principal habitat no solo, onde alimentando-se de fungos e matéria orgânica, fragmentado-a e regulando as populações de microrganismos ciclando e reciclando nutrientes . São muito sensíveis as mudanças de ambientais naturais ou impostas pelo homem. A matéria orgânica é um dos fatores que influencia favoravelmente na sua população e por isso a sua relação direta com os teores de matéria orgânica do solo (RIEF, 2010; MUSSURY et al., 2002; BARETTA, 2007; BELLINI e ZEPPELINI, 2009; BELLINGER et al., 2009; BRASIL, 1998).

Os ácaros, muito mais populosos em relação aos colêmbolos, mantém uma estreita relação com a matéria orgânica. Dos organismos que compõe a mesofauna do solo é um dos principais decompositores desta, sendo considerados decompositores secundários, onde participam da fragmentação dos resíduos vegetais, favorecendo o trabalho de outros microrganismos na decomposição destes (UHLIG, 2005; Oliveira, 1999; BEHAN-PELLETIER, 1999; BRASIL, 1998; PASCHOAL, 1996).

3 Material e Métodos

3.1 Localização da área experimental

O presente experimento foi conduzido junto ao Campus Rural da Universidade da Região da Campanha, Campus Bagé-RS, situado na localidade denominada Olhos D'Água, posicionado geograficamente a 31.2862° Sul e 53.9821° Oeste, numa altitude de 287m.

3.2 Clima da região

O clima da região, descrito por Macedo (1984) utilizando a classificação de Köppen, corresponde a um clima mesotérmico, tipo subtropical, da classe Cfa, com chuvas regularmente distribuídas durante o ano. A precipitação média é de 1.350 mm com uma variação de 20%, sendo distribuída durante o ano em torno de 34% no inverno, 25% na primavera, 25% no outono e 16% no verão. A temperatura média anual é de 17,6°C, sendo a média do mês mais quente (janeiro) de 24,0°C e do mês mais frio (junho) de 12,5°C. As normais de temperaturas extremas são -4,0°C no mês mais frio e 41,0°C no mês mais quente. A umidade relativa do ar oscila entre 75 a 85%. A formação de geadas ocorre de abril a novembro, com maior incidência entre junho a agosto. Os ventos predominantes são: Sudeste, de setembro a abril, e, Nordeste, de maio a agosto.

3.3 Tipo de solo

O solo da área experimental é classificado como Luvisolo Háplico Órtico típico, perfil de referência Bexigoso (EMBRAPA, 2006), originado de granitos e gnaisse apresentando teores baixos de argila (35%) e matéria orgânica (2,1%), pelo qual necessitam maiores investimentos em corretivos e sistemas de manejo.

Estes solos normalmente são caracterizados por se apresentarem em terreno ondulado, pouco profundo, comumente associado a afloramento de rochas. Apresentam aptidão regular para culturas anuais devido as limitações quanto ao armazenamento de água para as plantas e o uso de implementos agrícolas, o que leva a necessitarem de práticas conservacionistas intensivas tais como uso do terraceamento e de cobertura vegetal (STRECK et al, 2008).

A composição granulométrica do solo da área de campo natural em que o experimento foi conduzido apresenta 35% de argila, 44% de silte e 21% de areia, o que pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos o caracteriza como pertencente a classe textural franco argilosa (EMBRAPA, 2006).

3.4 Campo experimental

O campo experimental de 9,9 ha, foi vedado ao ingresso de animais durante um ano (setembro de 2010 a agosto de 2011), apresentando uma composição florística de espécies nativas da região e infestação abundante de capimannoni, que dominava a paisagem. O mesmo também apresentava declividade no terreno (altitude maior no oeste e menor no leste) e sombreamento parcial causado por um renque de eucaliptos localizado no decorrer do limite leste desta área.

Para uma implantação uniforme e mais imparcial possível dos tratamentos procedeu-se a um seccionamento teórico do campo em três segmentos de mesmo tamanho, abrangendo uma área mais elevada, uma a área intermediária e uma área mais baixa, esta última também dispunha de sombra pela manhã (eucaliptos).

3.5 Tratamentos

O trabalho consistiu da utilização de diferentes sistemas de pastoreios de gado bovino em pastagem natural, representados por dois tratamentos que compreenderam os seguintes sistemas:

- 1º tratamento: Sistema de Pastoreio Contínuo, com ajuste de carga animal para 10% de oferta de forragem a cada 21 dias;

- 2º tratamento: Sistema de Pastoreio Rotativo Voisin ou Pastoreio Voisin, com ingresso dos animais nos poteiros a uma altura de pastagem entre 15 e 20 cm, e retirada dos mesmos quando a altura residual desta alcançava 5 cm.

3.6 Delineamento experimental

Buscando-se prevenir possíveis efeitos ambientais da declividade do terreno e do sombreamento existente junto ao limite externo do campo experimental sobre as variáveis analisadas, optou-se por utilizar o delineamento experimental de blocos casualizados com repetições.

Para isso foram delineados três blocos (Bloco 1- Bloco 2- Bloco 3). O Bloco 1 correspondeu à parte mais elevada, o Bloco 2 a intermediária e o Bloco 3 a área mais baixa e com sombreamento parcial. Dentro de cada bloco foram delimitadas uma área para a aplicação do sistema de pastoreio Contínuo e outra para aplicação do sistema de pastoreio Voisin (Figura 2). Em cada bloco foram marcadas quatro unidades de observação por tratamento, que corresponderam as repetições, totalizando doze repetições por tratamento.

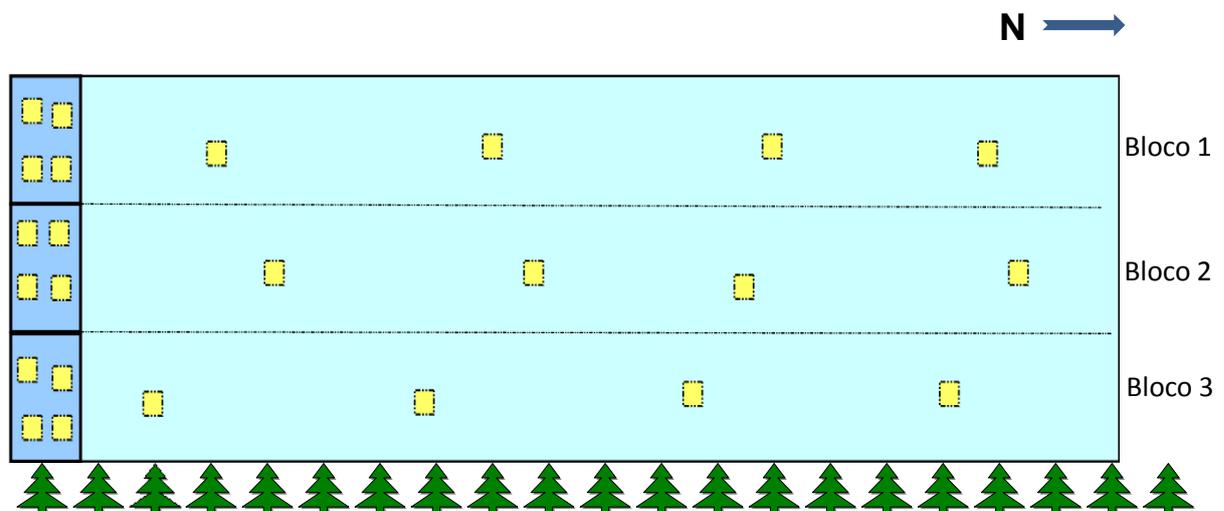


Figura 2 - Croqui da área experimental. Em azul forte os poteiros Voisin. Em azul claro a área em Pastoreio Contínuo. Em amarelo os quadrantes de coleta das amostras de solo.

3.7 Demarcação dos tratamentos

Cada área de pastoreio Voisin, localizadas uma por bloco, foi totalmente cercada por alambrado convencional. As áreas de pastoreio Contínuo, também dispostas uma por bloco, não tinham divisão física entre elas dentro dos blocos, sendo cercadas apenas externamente e estavam localizadas ao lado das áreas de pastoreio Voisin. Para facilitar a identificação de sua localização foram colocadas estacas que representavam o início e o fim das linhas divisórias entre elas.

As áreas de pastoreio Voisin tinham 0,3 ha, divididas por alambrado convencional, enquanto que as áreas destinadas ao pastoreio Contínuo, uma em cada bloco, eram contíguas e tinham 3,0 ha cada uma. Como não havia divisão física entre elas, ocorria o acesso livre dos animais em pastoreio Contínuo, sendo contidos por alambrado convencional colocado no entorno da área total de 9,0 ha.

3.8 Unidades de observação (parcelas)

Em cada uma das áreas destinadas aos tratamentos foram demarcadas as unidades de observação formadas por parcelas de 3 x 3 m. As parcelas (repetições) tiveram seus vértices e ponto central identificados por estacas de 8 X 8 cm formando um “quadrante”. Em função disso os tratamentos tiveram as doze repetições representadas pelos respectivos quadrantes. As estacas que corresponderam aos vértices foram pintadas de amarelo e as que corresponderam ao ponto central de vermelho, cores escolhidas de forma que facilitassem o reconhecimento visual no meio da vegetação.

As estacas foram numeradas e cravadas no solo a uma profundidade de 0-20 cm, sobressaindo-se desse a uma altura de 5 cm, para que não fossem deslocadas com o pisoteio do gado e nem pudessem ferir algum animal. As estacas dos pontos centrais de todas as repetições foram relacionadas às coordenadas obtidas por GPS de navegação para facilitar sua localização no momento das coletas.

3.9 Manejo dos animais nos tratamentos

Os animais entravam nos potreiros Voisin quando a pastagem destas áreas atingia altura entre 15 e 20 cm, o que representava a oferta de aproximadamente 570 Kg de massa seca de forragem por hectare, e saíam quando esta era rebaixada para uma altura média de 5 cm. Esta altura era medida por régua, do solo até as pontas das folhas mais altas, e a oferta era quantificada coletando-se e pesando-se o disponível dentro de um quadrado de 0,25 m² (Fig. 3). A área de pastoreio Contínuo permaneceu constantemente sendo ocupada pelos animais, exceção ao tempo em que estes estavam nos potreiros Voisin



Figura 3 - Determinação da altura e oferta forrageira.

O manejo dos bovinos foi realizado seguindo a metodologia descrita abaixo:

1º) Os animais que foram conduzidos nos dois sistemas de pastoreio, rotativo e Contínuo, foram em sua maioria os mesmos.

2º) O número de bovinos utilizados foi estabelecido tomando como referência o pastoreio Contínuo, levando em consideração uma oferta forrageira de 10 kg de matéria seca de forragem para cada 100 kg de peso vivo animal por dia. Essa oferta era dimensionada com base no crescimento da pastagem submetida ao pastoreio Contínuo, a cada 21 dias, ocasião em que se ajustava a carga animal. Esse ajuste era feito utilizando-se um disco medidor de massa de pastagem (*grass meter*), onde

foi construída uma equação linear relacionando a altura do disco com a massa seca forrageira, de tal forma que quando era necessário verificar a oferta para ajuste de carga procedia-se várias leituras com o disco, colocando-se o valor médio obtido na equação para verificar a massa de forragem existente e adequar a nova carga animal em função dela.(Apêndice B).

3º) Durante o período experimental foram utilizadas diferentes cargas, que variaram de 12 a 24 novilhos pesando entre 200 a 270 kg de peso vivo (Apêndice C), conforme a disponibilidade forrageira. Eventualmente em períodos de crescimento nulo da pastagem, os animais eram recolhidos para uma área contígua, até que houvesse crescimento de pasto na área experimental.

4º) Os animais mantiveram-se na maior parte do tempo em pastoreio Contínuo, e periodicamente adentravam os potreiros de pastoreio Voisin, quando a altura da pastagem nessas áreas chegava aos 20 cm (Apêndice D). Permaneceram nestes potreiros até que tivessem consumido a pastagem, reduzindo a uma altura residual de 5cm. Após retornaram a área destinada ao pastoreio Contínuo. O tempo médio de permanência em cada potreiro de 0,3 ha foi de um dia.

Dentro de cada potreiro Voisin foi colocado uma caixa de água de 500 litros, abastecida por tanque móvel, que serviu de bebedouro aos animais (Apêndice E).

Para haver um aproveitamento mais eficiente da pastagem mais fibrosa e/ou de menor qualidade os animais receberam ad libitum a cocho fornecimento de sal proteinado.

3.10 Coletas das amostras

As coletas das amostras de solo para as análises químicas e biológicas foram definidas em função do momento em que os potreiros Voisin estavam com disponibilidade forrageira para receberem os animais. Ocorrendo de 1 a 2 dias antes da entrada dos animais nesses potreiros e sendo também coletadas, no mesmo momento, em todas as parcelas do pastoreio Contínuo. As armadilhas para coleta dos organismos da mesofauna eram colocadas de 7 a 10 dias antes.

Dessa forma as datas das coletas que são apresentadas neste trabalho, foram definidas nas ocasiões em que os poteiros Voisin estavam aptos a receberem os animais.

Com isso foram determinadas até o final do experimento oito datas que corresponderam as épocas de observação de amostras para todas as variáveis analisadas.

Estas épocas foram:

1ª época – data de 17/08/2011

2ª época – data de 21/12/2011

3ª época – data de 09/03/2012

4ª época – data de 18/07/2012

5ª época – data de 10/11/2012

6ª época – data de 28/02/2013

7ª época – data de 26/07/2013

8ª época – data de 04/11/2013

O solo foi analisado quanto as suas características químicas e biológicas, dentro do período compreendido entre agosto de 2011 e novembro de 2013.

As coletas de solo, representativas da repetição, foram realizadas no entorno de cada estacas vermelhas cravadas no centro de cada quadrante (parcela). Isso resultou, para cada momento de coleta, em doze amostras de cada tratamento, sendo cada amostra correspondente a uma repetição.

As primeiras análises de solo ocorreram na 1ª época e serviram como base comparativa para a evolução ou não das suas propriedades, a medida que os sistemas de pastoreio dos animais fossem exercendo sua ação sobre as características de solo do campo.

3.11 Variáveis analisadas

As variáveis consideradas para análise, resultantes da influência dos tratamentos sobre a composição química e biológica do solo, foram:

- a) produção de esterco;
- b) pH em água;
- c) Matéria orgânica;
- d) Fósforo;
- e) Potássio;
- f) Cálcio;
- g) Magnésio;
- h) Alumínio;
- i) Capacidade de troca de cátions (CTC);
- g) Nitrogênio total (N);
- h) Carbono orgânico (C);
- i) Relação C/N;
- j) Levantamento populacional da mesofauna - ácaros, colêmbolos e suas relações.

3.12 Metodologias para análise das variáveis

3.12.1 Deposição de esterco (parcagem)

As áreas de coleta de esterco foram estabelecidas entorno das estacas vermelhas cravadas no centro de cada quadrante. Essa área era delimitada ao se fixar a ponta de uma corda de 3 m na estaca central e fazendo-se um círculo em volta da estaca com área de 28,27 m² (Apêndice F).

O esterco íntegro que estava dentro do círculo era recolhido com pá, colocado em saco de papel, identificando o local da amostragem e posteriormente levado a laboratório para ser seco a 65°C e pesado (Apêndice G).

Após a pesagem o esterco era fragmentado e devolvido ao seu local de coleta, distribuído uniformemente em toda a área.

O pastoreio Contínuo tinha o esterco recolhido após a saída dos animais para entrarem no sistema Voisin. O pastoreio Voisin tinha o esterco recolhido após a

saída dos animais desses poteiros para retorno ao Contínuo. Eram coletados os esterco que mostravam integridade na aparência, não havendo confusão com o esterco distribuído da coleta anterior.

3.12.2 Análises químicas e de umidade do solo

As análises químicas foram realizadas a partir de amostras de solo retiradas a uma profundidade de 0 - 20cm.

A matéria orgânica do solo e o teor de C orgânico total foi determinado pelo método Walkley-Black, com calor externo (TEDESCO et al., 1995).

Para a determinação de pH, N, Ca, Mg, P, K e N o solo obtido em cada amostragem foi seco, peneirado (malha 2mm) e preparado para as análises que seguiram a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

A umidade gravimétrica do solo foi obtida por secagem a 105°C e pesagem das amostras de solo (EMBRAPA, 1997) colhidas no mesmo momento das coletas para análise química.

3.12.3 Quantificação da mesofauna do solo

Para as coletas dos organismos da mesofauna do solo, representados por ácaros e colêmbolos, foi utilizados o método do Funil Extrator de Tullgren, modificado segundo Melo (2002) (Apêndice H), para a separação destes organismos das amostras de solo, e também o método da Armadilha de Tretzel para coleta de organismos com deslocamento vertical (Apêndice I). Os indivíduos foram identificados e contados com auxílio de microscópio estereoscópico (BACHELIER, 1978).

A metodologia para a aplicação dos métodos de Tullgren e de Tretzel para a coleta de ácaros e colêmbolos, consistiu na utilização de cilindros metálicos (de 8,5

cm de altura por 8,5 cm de diâmetro, com volume de 482 cm³) que eram cravados no solo dentro de cada um dos doze quadrantes de cada tratamento (Apêndice J)

. As amostras de solo extraídas de dentro dos cilindros foram encaminhadas para procedimento de captura de ácaros e colêmbolos através de Funis de Tullgren.

Para a coleta destes organismos junto a superfície do solo, foram instalados nos buracos deixados pela retirada dos cilindros, potes de vidro com abertura de 5,8 cm de diâmetro. Cada pote continha 1/3 do seu volume com formol a 2,5% e eram cobertos com telha de barro (Armadilha de Tretzel).

As amostras contendo ácaros e colêmbolos obtidas no Funil de Tullgren e na Armadilha de Tretzel foram colocadas em placas de Petri esquadrinhadas, e contadas com auxílio de uma lupa binocular.

Especificamente no sistema Contínuo, os locais nos quadrantes onde foram colocadas as armadilhas para mesofauna do solo, estavam protegidos com gaiolas fixadas ao solo, tendo dimensões de 0,5 m (largura) x 0,5 m (comprimento) x 0,5 m (altura), construídas com ferro de construção e tela de arame, que eram removidas no encerramento de cada período de coleta. Nessas áreas esse procedimento era necessário porque as armadilhas ficavam expostas ao movimento do gado, o que não ocorria no sistema Voisin onde os poteiros, e seus respectivos quadrantes, estavam diferidos e momentaneamente livres da ocupação animal.

3.13 Análises estatísticas

3.13.1 Variáveis referentes a composição química do solo

Os resultados referentes as variáveis químicas do solo forma interpretados conforme o estabelecido pelo manual da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina – ROLAS (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO / COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, SBCS/CQFS, 2004).

Os efeitos dos tratamentos também foram testados estatisticamente através de Análise de Variância e Teste de Tukey, com nível de significância de $P \leq 0,05$, utilizando-se o Programa Estatístico desenvolvido pelo Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, disponível livremente em <<http://www.cca.ufscar.br/servicos/>>.

3.13.2 Variáveis referentes a mesofauna do solo

Para as análises referentes ao efeito dos tratamentos sobre as populações de ácaros e colêmbolos do solo, foi utilizada a Estatística Ambiental descrita por Rodrigues (2006) e Magurran (2011). Os testes específicos para análise de populações e comunidades utilizados envolveram índices de diversidade e dominância populacional, indicador de similaridade, coeficiente de frequência e índice de uniformidade.

3.13.2.1 Índices de diversidade e dominância populacional

a) Índice de Margalef (α): tem como objetivo estimar o número de espécies e o número de indivíduos de uma comunidade. É calculado pela fórmula:

$$\alpha = \frac{S - 1}{\text{Log } N}$$

Onde S= nº de espécies avaliadas e N= nº total de indivíduos.

b) Índice de Shannon (H'): considera o número de espécies e a proporção de cada espécie em relação ao todo, normaliza os dados e diminui a probabilidade de erro dos cálculos. É calculado pela fórmula:

$$H' = - \sum p_i \times \text{Log } p_i$$

Onde p= proporção da espécie em relação ao nº total de indivíduos.

c) Índice de Dominância Berger-Parker (d): estima a dominância dentro de uma comunidade, verificando se há ou não dominância de uma determinada espécie numa comunidade. É calculado pela fórmula:

$$d = \frac{N_{max}}{N_{total}}$$

Onde N_{max} = nº de indivíduos da espécie mais abundante e N_{total} = total de indivíduos amostrados

3.13.2.2 Similaridade entre populações

A similaridade entre as populações foi obtida utilizando-se o indicador Porcentagem de Similaridade.

Seu objetivo é verificar a similaridade entre duas comunidades ou habitat, no que se refere a composição de espécies. Leva em conta o número de indivíduos, pois é calculado pelo somatório dos menores valores das percentagens observadas de cada espécie em relação ao total de indivíduos, nas duas comunidades (Southwood, 1971). É obtido pela fórmula:

$$\%S = \sum (\%a + \%b + \%c + \dots + \%n)$$

Onde %a = menor percentagem da espécie a observada no confronto das comunidades; %b = idem, para espécies b; %c = idem, para espécies c e %n = idem, para espécies n.

3.13.2.3 Coeficiente de frequência (Cf)

O coeficiente de frequência mostra a presença dos organismos em porcentagem. É calculado pela fórmula:

$$Cf = \frac{Pa}{P} \times 100$$

Onde Pa= nº de organismos da espécie a calcular e P= nº total de organismos.

3.13.2.4 Índice de uniformidade

Como medida de uniformidade foi utilizado o índice de equitabilidade de Pielou (e), que permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. É calculado pela fórmula:

$$e = \frac{H'}{H_{max}} \quad \text{sendo} \quad H_{max} = \text{Log } S$$

Onde: S= nº total de espécies amostradas e H'= índice de diversidade de Shannon.

3.14 Dados climatológicos do período experimental

Tabela 1 – Variáveis climatológicas e umidade do solo obtidos durante o período experimental (18/07/2011 a 04/11/2013)

| Épocas de observação | * Temperatura do ar média de 30 dias (°C) | Temperatura do solo média de 30 dias (°C) | * Precipitação mensal (mm) | Umidade gravimétrica do solo (%) |
|----------------------|---|---|----------------------------|----------------------------------|
| 17.08.2011 | 11,4 | 12,0 | 107,4 | 30,8 |
| 21.12.2011 | 21,1 | 25,1 | 59,1 | 6,1 |
| 09.03.2012 | 24,3 | 27,0 | 208,5 | 14,6 |
| 18.07.2012 | 16,7 | 16,4 | 69,1 | 11,6 |
| 10.11.2012 | 20,5 | 22,3 | 238,4 | 32,1 |
| 28.02.2013 | 22,4 | 25,0 | 119,8 | 24,5 |
| 26.07.2013 | 11,8 | 11,4 | 53,7 | 9,0 |
| 04.11.2013 | 17,7 | 19,9 | 233,1 | 31,4 |

Fonte: * BDMEP – INMET -. Estação BAGE - RS (OMM: 83980)

4 Resultados e discussão

4.1 Parcagem

A influencia dos sistemas de pastoreio sobre a deposição de esterco bovino no solo fica evidenciada na tabela 2. Observa-se que o pastoreio Voisin aumentou significativamente a distribuição de esterco por superfície pastoril (Apêndice K).

Esse incremento representou um aumento médio de 220% na massa de esterco distribuída pelo pastoreio Voisin em relação ao Contínuo ao longo de todo o experimento. Para essa afirmação são considerados os levantamentos feitos nos doze pontos de observação em cada tratamento, distribuídos aleatoriamente em toda a área.

Embora tenha ocorrido uma maior disponibilidade de forragem em função do pastoreio Voisin e, portanto maior produção de massa fecal, essa tese não aborta tal efeito como explicação para essa diferença acentuada.

Tabela 2 – Quantidade média de esterco* (kg) recolhido em sete épocas de avaliação sobre pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Massa de esterco (kg /28,27m ²) | | Incremento pelo sistema Voisin |
|----------------------|---|------------------|--------------------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin | |
| 17.08.2011 | sem material para coleta | | - |
| 21.12.2011 | 1,35 a | 2,05 b | 152% |
| 09.03.2012 | 0,94 a | 2,70 b | 287% |
| 18.07.2012 | 1,11 a | 2,48 b | 223% |
| 10.11.2012 | 1,34 a | 2,99 b | 223% |
| 28.02.2013 | 1,50 a | 3,27 b | 199% |
| 26.07.2013 | 0,98 a | 2,36 b | 241% |
| 04.11.2013 | 1,31 a | 2,84 b | 217% |
| Média | | | 220% |

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

* Massa de esterco referente à secagem em estufa a 65°C e coletada em áreas de 28,27m².

Nesse sentido a justificativa é devida a menor área disponível em cada entrada dos animais no sistema Voisin, acarretando com isso menor espaço para

deslocamento dos bovinos e um adensamento instantâneo de carga animal. Tal situação provoca a proximidade na deposição das dejeções animais na área, tanto esterco quanto urina.

Em contrapartida a esse fato o sistema Contínuo permite um maior deslocamento ou liberdade de movimentação aos animais. Naturalmente eles definem estações onde ocorre maior tempo de parada para ruminação ou descanso, normalmente em micro-zonas ambientalmente mais confortáveis, tais como ao longo de sombras e/ou aguadas. Nestes locais acaba sendo depositado maior volume de dejetos pela maior concentração de animais, diminuindo essa distribuição ao longo do restante da área pastoril.

4.2 Características químicas do solo

4.2.1 pH e CTC

Os valores de pH (Tabela 3) para a maioria das épocas do experimento, independente do sistema de pastoreio utilizado, se mantiveram na mesma faixa de pH em relação a análise inicial (realizada em 17/08/2011), conforme SBCS/CQFS (2004), ficando classificados como muito baixo. Exceção feita a quarta época de avaliação (18/07/2012), onde o pH para o sistema de pastoreio Voisin é interpretado como baixo.

Embora os tratamentos não tivessem influenciado a alteração da faixa de interpretação do pH do solo, é possível observar que o pastoreio Voisin apresenta os valores nominais de pH sempre acima do sistema Contínuo, a partir da segunda época de avaliação (21/12/2011), mantendo essa tendência até o fim do experimento (Figura 4).

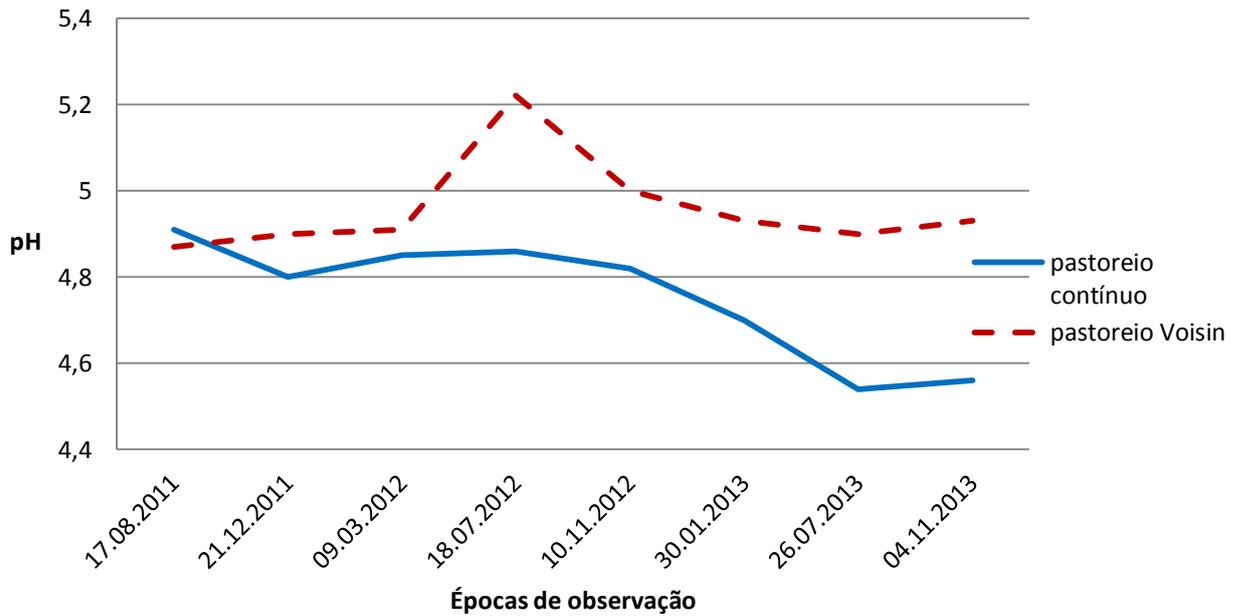


Figura 4 - Gráfico do pH em água (1:1) de solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

A confirmação estatística desse fato é apresentada na tabela 3, onde é possível verificar que as diferenças apresentadas entre os dois sistemas de pastoreio passaram a ser significativas a partir da quarta época de avaliação (18/07/2012) até o fim do experimento.

Tabela 3 - pH em água (1:1) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | pH em água | |
|----------------------|--------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 4,91*a | 4,87*a |
| 21.12.2011 | 4,80*a | 4,90*a |
| 09.03.2012 | 4,85*a | 4,91*a |
| 18.07.2012 | 4,86*a | 5,22**b |
| 10.11.2012 | 4,82*a | 5,00*b |
| 28.02.2013 | 4,70*a | 4,93*b |
| 26.07.2013 | 4,54*a | 4,90*b |
| 04.11.2013 | 4,56*a | 4,93*b |

Valor de pH seguido por um asterisco (*) é interpretado como muito baixo e seguido por dois asteriscos (**) é interpretado como baixo pelo SBCS/CQFS (2014).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A maior acidez dos solos está relacionada a uma baixa CTC efetiva, provavelmente, devido à ocorrência de lixiviação de cátions, bem como a uma baixa percentagem de saturação por bases e a uma alta saturação por alumínio.

Nesse sentido as figuras 5 e 6 demonstram que tanto o Al como H+Al mostraram-se mais elevados no sistema de pastoreio Contínuo, enquanto que a figura 5 demonstra que a CTC mostrou-se superior no pastoreio Voisin.

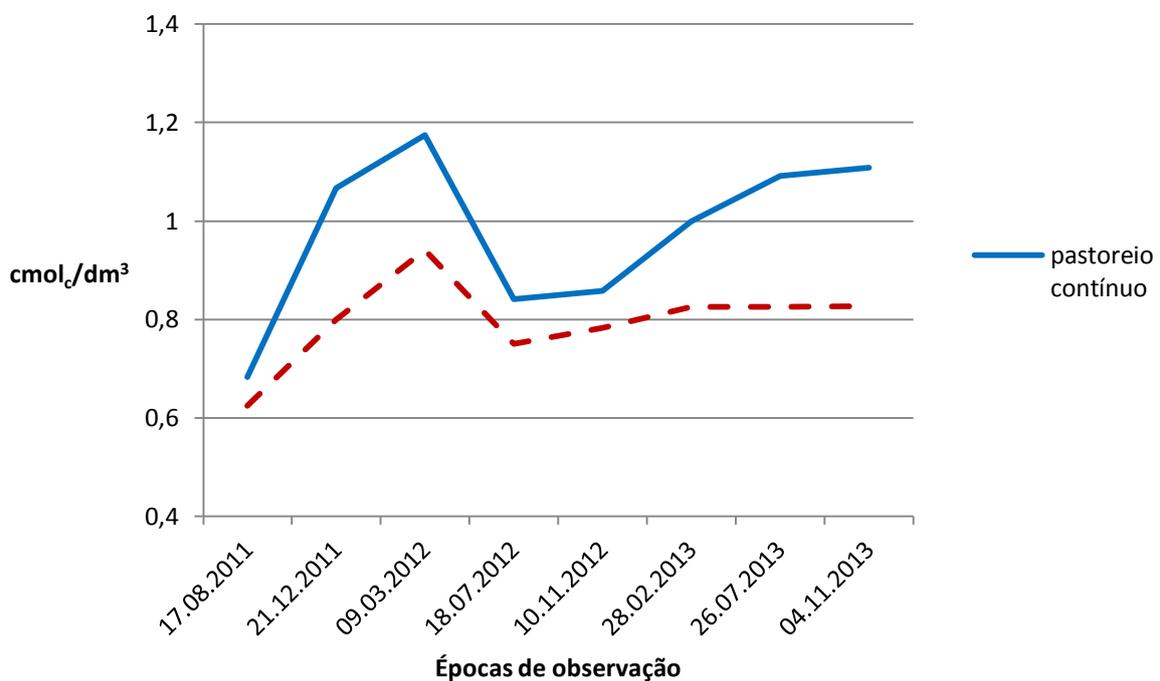


Figura 5 – Gráfico da presença de alumínio (Al) num solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Estas características em conjunto justificam a maior acidez dos solos submetidos ao sistema de pastoreio Contínuo em relação ao Voisin.

A figura 7 mostra um afastamento entre a linha gráfica representativa da CTC do pastoreio Voisin em relação ao pastoreio Contínuo, desde o início do experimento. Observa-se que a interpretação da CTC, pelo SBCS/CQFS (2004), tabela 4, se mantém como “alta” no pastoreio Voisin e reduz para “média” no Contínuo.

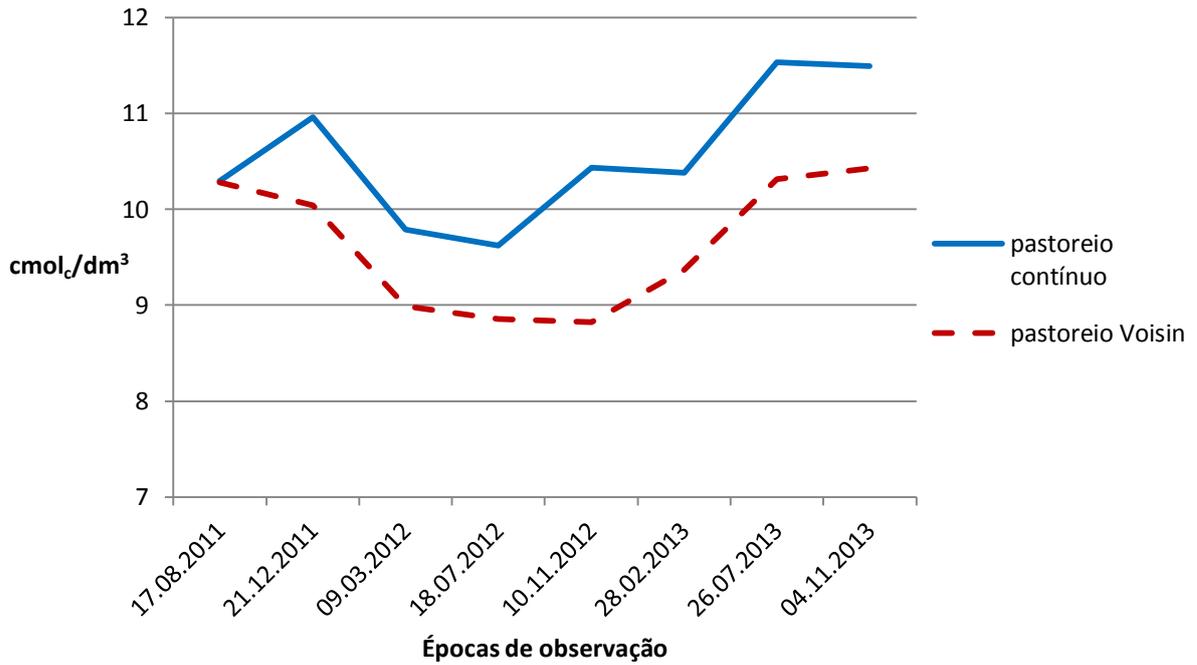


Figura 6 - Gráfico da presença de hidrogênio mais alumínio (H+AL) em um solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

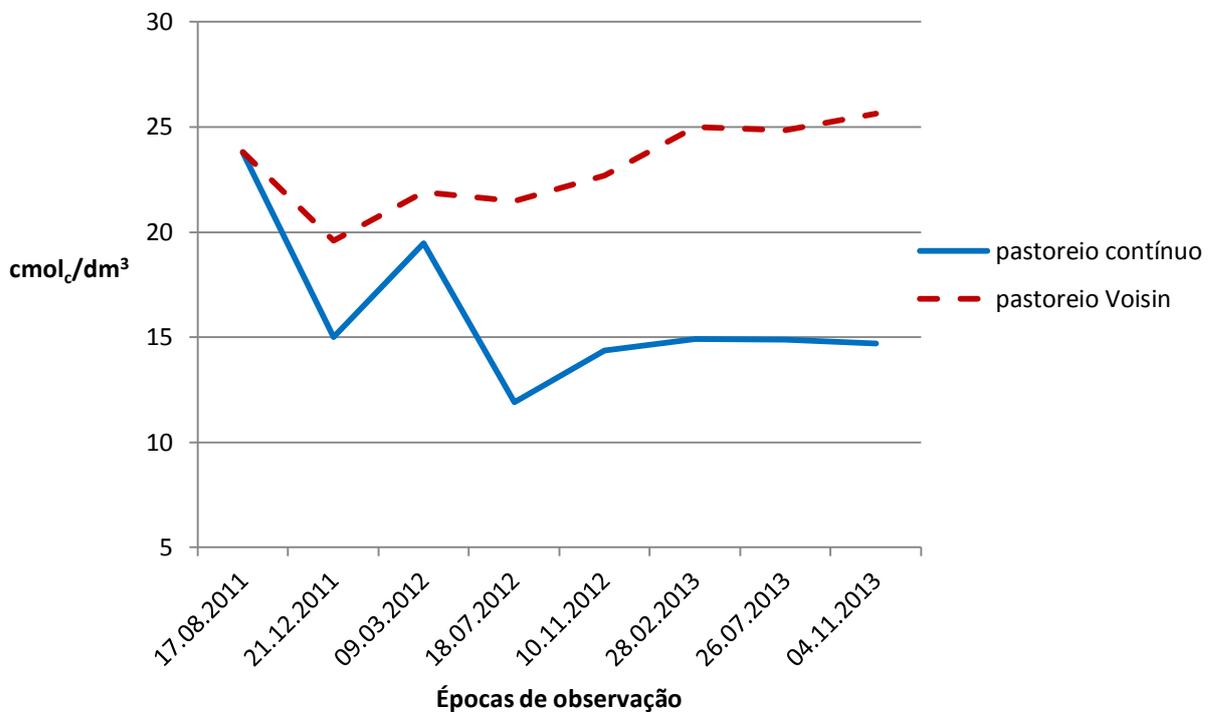


Figura 7 – Gráfico da CTC efetiva (cmol_d/dm³) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Tabela 4 - CTC ($\text{cmol}_e/\text{dm}^3$) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | pH em água | |
|----------------------|--------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 23,78 ** a | 23,83 ** a |
| 21.12.2011 | 15,02 ** a | 19,58 ** a |
| 09.03.2012 | 19,46 ** a | 21,89 ** a |
| 18.07.2012 | 11,92 * a | 21,48 ** a |
| 10.11.2012 | 14,37 * a | 22,69 ** b |
| 28.02.2013 | 14,90 * a | 25,01 ** b |
| 26.07.2013 | 14,89 * a | 24,84 ** b |
| 04.11.2013 | 14,70 * a | 25,63 ** b |

Valor de CTC seguido por um asterisco (*) é interpretado como médio e seguido por dois asteriscos (**) é interpretado como alto pelo SBCS/CQFS (2004).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2 Matéria orgânica

Os teores de matéria orgânica do solo variaram no decorrer do experimento conforme apresentado na figura 8.

A tabela 5 mostra que ao início do experimento os teores de matéria orgânica foram classificados como “médios” (SBCS/CQFS, 2004). Vale ressaltar que a área experimental, antes da instalação do experimento, estava sem receber pastejo animal há aproximadamente um ano. Isso permitiu o crescimento livre e acúmulo da vegetação natural que, sem a remoção pelo pastejo e pela senescência natural da sua área foliar, elevou a matéria orgânica do solo.

Observa-se que os valores de matéria orgânica diminuíram com o decorrer do experimento para os tratamentos, conduzindo a sua interpretação para o parâmetro “baixo”, com exceção da quarta época (18/07/2012) que foi classificado como “médio”, para os dois tratamentos.

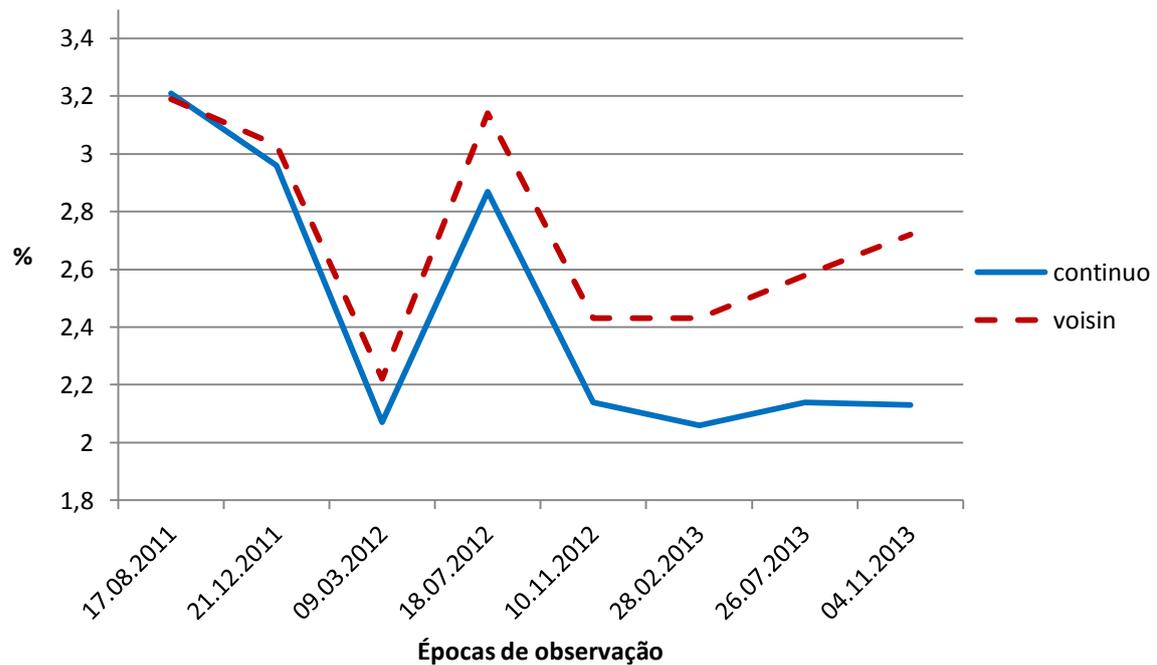


Figura 8 – Gráfico da matéria orgânica (%) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Essa diminuição pode ser justificada em função da entrada de animais na área e conseqüente remoção da área foliar pelo pastejo, diminuindo a contribuição da matéria vegetal a fazer parte da serapilheira.

Tabela 5 - Matéria orgânica (%) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Matéria orgânica (%) | | Diferença do past. Voisin em relação ao Contínuo(%) |
|----------------------|----------------------|------------------|---|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin | |
| 17.08.2011 | 3,21**a | 3,19**a | |
| 21.12.2011 | 2,96**a | 3,03**a | |
| 09.03.2012 | 2,07 *a | 2,22 *a | |
| 18.07.2012 | 2,87**a | 3,14**b | |
| 10.11.2012 | 2,14 *a | 2,43 *b | |
| 28.02.2013 | 2,06 *a | 2,43 *b | |
| 26.07.2013 | 2,14 *a | 2,58 *b | |
| 04.11.2013 | 2,13 *a | 2,72**b | |
| Média | 2,45 | 2,72 | 0,27 |

Valor de matéria orgânica seguido por um asterisco (*) é interpretado como baixo e seguido por dois asteriscos (**) é interpretado como médio pelo SBCS/CQFS (2004).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Mesmo sem alterações substanciais na interpretação da matéria orgânica, a tabela 5 demonstra que até a terceira época não houve diferenças significativa entre os tratamentos. Fato provavelmente justificado pelo residual de matéria orgânica da fase pré-experimental que ainda estava colaborando com o teor de matéria orgânica do solo durante a fase inicial do experimento.

A partir da quarta época podemos visualizar as diferenças significativas entre os teores de matéria orgânica em favor do tratamento referente ao sistema de pastoreio Voisin em relação ao sistema Contínuo.

A literatura justifica essa possibilidade pelo aumento da produção forrageira resultante do sistema Voisin, que ocorre principalmente devido aos períodos de crescimento livre da pastagem (sem pastejo) a que são submetidas as plantas em pastoreio. Isso por sua vez possibilita maior acúmulo de matéria vegetal e provavelmente maior depósito desta ao solo, quando comparada ao sistema Contínuo, em que os animais não desocupam a pastagem que acaba tendo sua matéria vegetal continuamente sendo consumida pelo gado (LENZI, 2012; JOHIMZ, 2012; MACHADO FILHO, 2011; MELADO, 2002; ROMERO, 1998).

Soma-se a isso o fato de que a distribuição de esterco é realizada mais uniformemente no sistema Voisin (HODGSON, 1984), em virtude de que os animais são periodicamente concentrados em uma área menor por um período curto de tempo. Enquanto no sistema Contínuo, pela maior liberdade de movimento dos animais, sua defecação acaba ocorrendo normalmente em locais específicos de maior paragem destes, como é o caso de beira de aguadas ou junto a áreas sombreadas.

Com o transcorrer do experimento, tanto o gráfico da figura 8 quanto as diferenças significativas das médias apresentadas na tabela 5, mostram uma tendência ao aumento da matéria orgânica do solo para o tratamento referente ao sistema de pastoreio Voisin em relação ao sistema de pastoreio Contínuo.

Acréscimos em porcentagem de matéria orgânica, como os obtidos pelo tratamento pastoreio Voisin, embora nominalmente pequenos, representam contribuição de relevante importância para a qualidade do solo. Gassen (2015) comenta a contribuição de 1% de MO no solo explicando que sendo o volume da

camada ocupada pelos primeiros 10cm do perfil do solo, correspondente a 1.000.000 litros por hectare, e com base na densidade 1:1, 1% desse volume corresponderia a 10.000kg/ha, o que significaria que 1% de MO corresponderia a 10t de matéria orgânica por hectare.

A matéria orgânica desidratada contém aproximadamente 95% de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio – CHON. Esses elementos fazem parte de ciclos gasosos. Não são armazenados no solo, mas fazem parte de ciclos Contínuos da composição de material orgânico. Santi et al (2014) e Gassen (2012) concordam que a fertilidade do solo, para lavouras de altos rendimentos, depende da cobertura contínua e diversificada, com intensa atividade biológica.

Tomando como base esse exemplo, a diferença média de 0,27% de matéria orgânica apresentada no trabalho ao longo do experimento (Tabela 5), representou o aporte médio de 2.700kg de matéria orgânica por hectare, para a pastagem conduzida sob o sistema de pastoreio Voisin. Incremento fundamental na contribuição da melhoria do solo, favorecendo o processo produtivo, tanto vegetal como animal, dependente desta qualidade.

4.2.3 Fósforo

Para o tratamento pastoreio Contínuo os valores de fósforo mantiveram-se interpretados como “baixo” pelo CQFS/SBCS (2004) do início do experimento até a terceira época, mostrando tendência geral para cair a “muito baixo” a partir da quarta época de observação (Tabela 6). Já para o tratamento pastoreio Voisin os teores de fósforo permaneceram interpretados como “baixo” até o fim do experimento.

Independentemente da interpretação do diagnóstico de fertilidade do solo para fósforo, a figura 9 mostra que os teores de fósforo permanecem sempre mais altos no sistema de pastoreio Voisin do que no Contínuo. Esse fato é confirmado na tabela 6, onde as diferenças entre os dois tratamentos mostram-se significativas nas três últimas épocas de observação.

O aumento gradativo dos teores de fósforo do pastoreio Voisin em relação ao Contínuo pode estar associado ao aumento do pH (CARÂMBULA, 2004; VAN RAIJ, 1991), ocorrido no sistema Voisin nas últimas épocas de avaliação.

Maiores valores de pH do solo tendem a diminuir a disponibilização de ferro e alumínio no solo. Enquanto que nos solos ácidos verifica-se, portanto, a forte afinidade do fósforo com os óxidos e hidróxidos de ferro (goethita e hematita) e de alumínio (gibbsita) do solo, com isso ocorre a tendência para a retenção do fósforo no sistema, tornando-o menos disponível às plantas e à lixiviação (ZOZ et al, 2009)

Tabela 6 – Presença de fósforo (mg/dm³) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Fósforo (mg/dm ³) | |
|----------------------|-------------------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 4,53**a | 4,58**a |
| 21.12.2011 | 4,34**a | 3,99 *a |
| 09.03.2012 | 5,96**a | 7,22**a |
| 18.07.2012 | 3,48 *a | 4,58**a |
| 10.11.2012 | 4,76**a | 5,78**a |
| 28.02.2013 | 3,53 *a | 5,32**b |
| 26.07.2013 | 3,96 *a | 5,80**b |
| 04.11.2013 | 3,98 *a | 6,02**b |

Valor de fósforo seguido por um asterisco (*) é interpretado como muito baixo e seguido por dois asteriscos (**) é interpretado como baixo pelo SBCS/CQFS (2004).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores de matéria orgânica obtidos no pastoreio Voisin também parecem justificar os incrementos em fósforo nesse sistema em relação ao Contínuo. Isso por que o húmus e produtos da decomposição da matéria orgânica, tais como os ácidos orgânicos, são eficientes complexadores de ferro e de alumínio, com isso a fixação do fósforo inorgânico na solução do solo pode diminuir consideravelmente (BUCKMAN e BRADY apud MALAVOLTA, 1981).

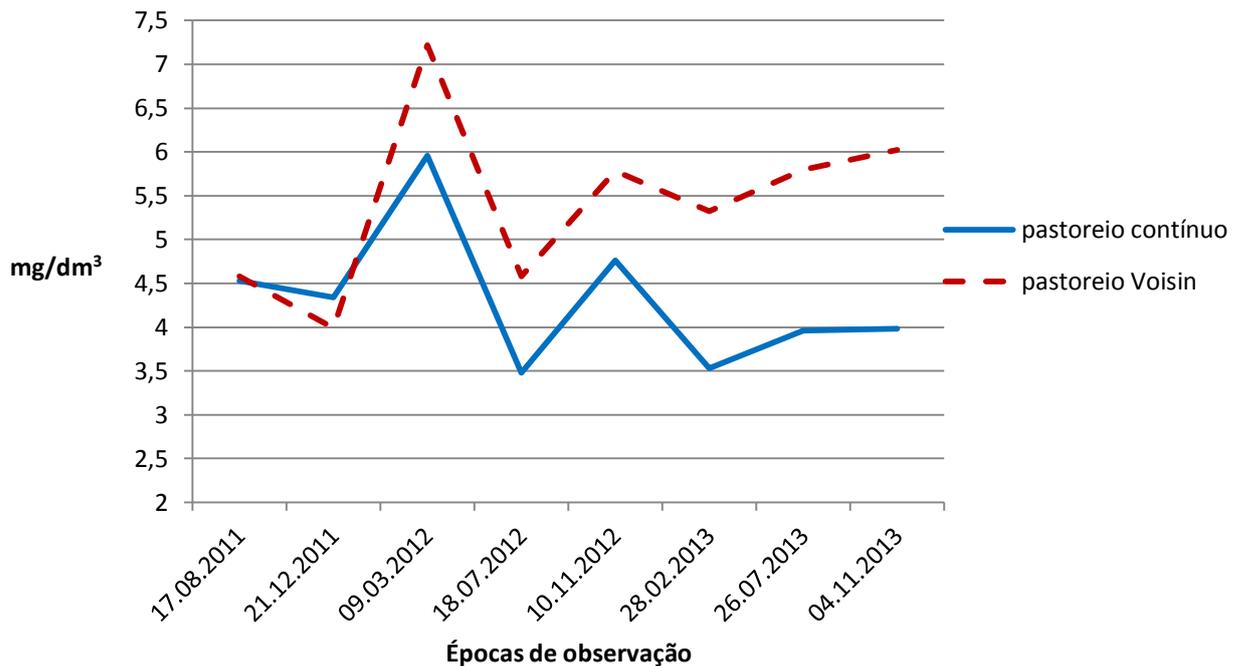


Figura 9 - Presença de Fósforo (mg/dm^3 de solo) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

4.2.4 Potássio

A tabela 7 apresenta os valores de potássio para os dois tratamentos durante o período experimental. Observa-se que estes valores mostraram-se mais elevados em relação aos valores médios dos campos naturais da região submetidos a pastejo com animais ruminantes, que variam entre 40 a 64 mg dm^{-3} (ABICHEQUER et al, 2009).

Tal fato pode estar relacionado inicialmente a uma fertilidade potássica natural do solo e a deposição de material morto no solo pelo deferimento ao qual a área estava submetida.

A permanência dos níveis altos no sistema Contínuo provavelmente deve-se a que o mesmo foi conduzido com carga ajustada, permitindo sempre um residual de matéria vegetal que ao não ser pastejado voltava ao solo para compor serrapilheira. Sendo o potássio extremamente solúvel na matéria orgânica morta, era lixiviado para o solo pela ação das chuvas, onde era novamente reabsorvido pelas raízes ou fixado no complexo argila/húmus.

Tabela 7 - Teor de potássio (mg/dm^3) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de tres anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Potássio (mg/dm^3) | |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 166,67**a | 168,00 **a |
| 21.12.2011 | 108,83**a | 131,75 **a |
| 09.03.2012 | 126,25**a | 151,92 **a |
| 18.07.2012 | 113,25**a | 165,75 **b |
| 10.11.2012 | 113,50**a | 187,83***b |
| 28.02.2013 | 143,25**a | 202,25***b |
| 26.07.2013 | 113,17**a | 209,22***b |
| 04.11.2013 | 120,58**a | 214,50***b |

Valor de potássio seguido por dois asteriscos (**) é interpretado como alto e seguido por três asteriscos (***) é interpretado como muito alto pelo ROLAS (2014).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao sistema Voisin, observa-se o crescimento Contínuo dos teores de potássio no solo (Figura 10), distanciando-se crescentemente, época a época, do sistema Contínuo. Este fato demonstrado estatisticamente pela tabela 7, onde constatou-se que a partir da quinta época de observação, o potássio no solo passou a ser interpretado como muito alto, diferindo também significativamente em termos de valores nominais em relação ao sistema Contínuo.

Além dos acréscimos em matéria prima vegetal que o sistema possibilita, viabilizando também o aumento da matéria orgânica do solo, provavelmente também possibilita uma distribuição de urina muito mais eficaz na superfície da área em função da maior concentração e menor movimentação dos animais.

É importante salientar que quase todo o potássio excretado pelo animal está vinculado à urina na forma iônica, prontamente acessível à absorção pelas plantas (Cantarutti e Santo, 2002).

Uma vez que o potássio disponível no solo é aquele que é encontrado na solução do solo mais o potássio que está adsorvido a argila e também a matéria orgânica, a elevação do teor de matéria orgânica do solo e conseqüente aumento das substâncias húmicas, assim como o aumento da CTC justificam essa maior disponibilidade (VAN RAIJ, 1991).

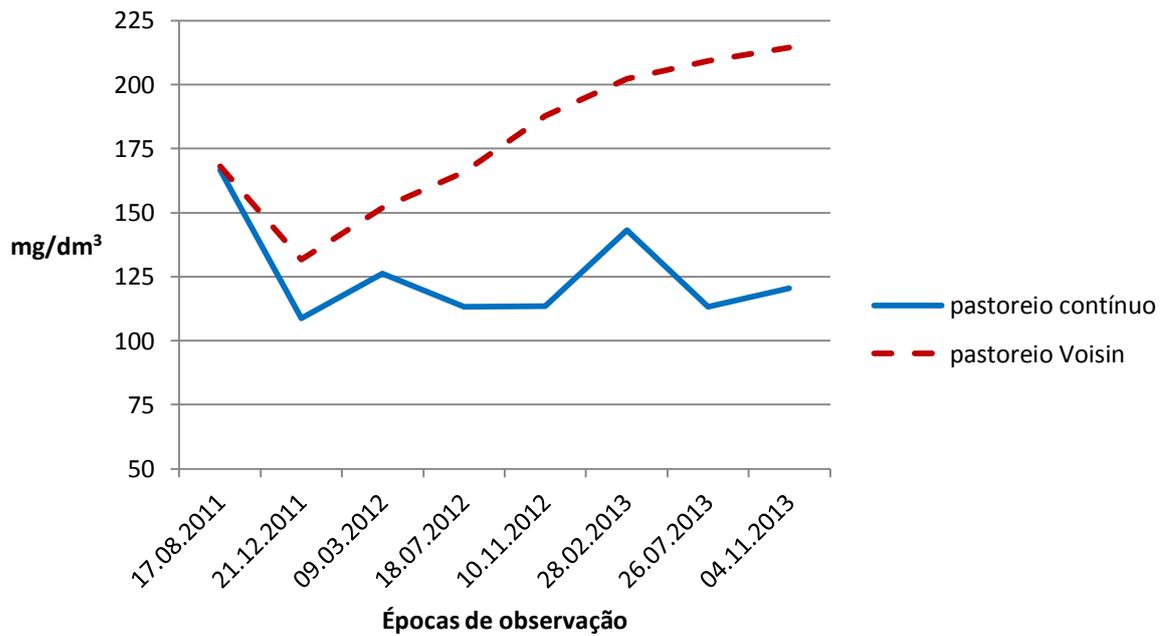


Figura 10 – Gráfico da presença de Potássio (mg dm^{-3} de solo) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. URCAMP (2015)

4.2.5 Cálcio

A tabela 8 demonstra que os valores em cálcio obtidos durante o trabalho foram todos interpretados como “altos” pelo CQFS/ROLAS (2004).

Os valores pré-existent em cálcio no solo ($15,32$ e $15,36 \text{ cmol/dm}^3$), antes de se começar o período experimental, foram maiores ou tão altos quanto os obtidos durante o experimento, o que qualifica esse solo como rico nesse elemento químico e contribuiu para que os valores permanecessem interpretados com altos no decorrer deste trabalho

A respeito disso torna-se importante retomar que o solo do local, classificado como um Luvissole (EMBRAPA, 2013), tem sua origem em rocha ígnea do tipo vulcânica de nome basalto. Rocha esta que se apresenta pobre em silício mas rica em ferro, magnésio e cálcio (Streck et al, 2008), por óbvio contribuindo com a composição química desse solo.

Além desse aspecto deve-se considerar também a existência de uma mina de calcário, explorada comercialmente por empresa mineradora dessa jazida, a menos

de 3km em linha reta do local do experimento, mostrando o potencial da região nesse elemento químico.

Tabela 8 - Teor de cálcio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Cálcio (cmol/dm^3) | |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 15,32 * a | 15,36 * a |
| 21.12.2011 | 9,20 * a | 12,40 * b |
| 09.03.2012 | 10,76 * a | 13,48 * b |
| 18.07.2012 | 7,44 * a | 13,12 * b |
| 10.11.2012 | 9,28 * a | 13,98 * b |
| 28.02.2013 | 9,33 * a | 15,75 * b |
| 26.07.2013 | 9,24 * a | 15,97 * b |
| 04.11.2013 | 9,12 * a | 15,36 * b |

Valor de cálcio seguido por um asterisco (*) é interpretado como alto pelo ROLAS (2004).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Outro fator importante na contribuição com a maior disponibilização de cálcio no solo do pastoreio Voisin em relação ao Contínuo pode estar associado a deposição das dejeções do gado, principalmente esterco. A literatura considera uma composição acima de 0,5% de CaO no esterco bovino a qual, quando relacionada a maior e mais uniforme distribuição de esterco pelo sistema Voisin, contribui mais eficientemente no favorecimento do retorno desse elemento ao solo (KLAPP, 1991).

A figura 11 apresenta uma diminuição acentuada nos teores de cálcio referentes ao pastoreio Contínuo no primeiro ano de experimento, mantendo-se mais ou menos constante a partir daí até o final do trabalho.

A resposta para a queda inicial pode ser primeiramente devida ao consumo de cálcio pelo organismo animal, retirando-o da pastagem que vinha de um período de repouso de um ano, e também em função da devolução ineficiente do mesmo ao solo pelas dejeções. Estabilizando-se com o passar do tempo com a adaptação desse ambiente a pastoreio Contínuo

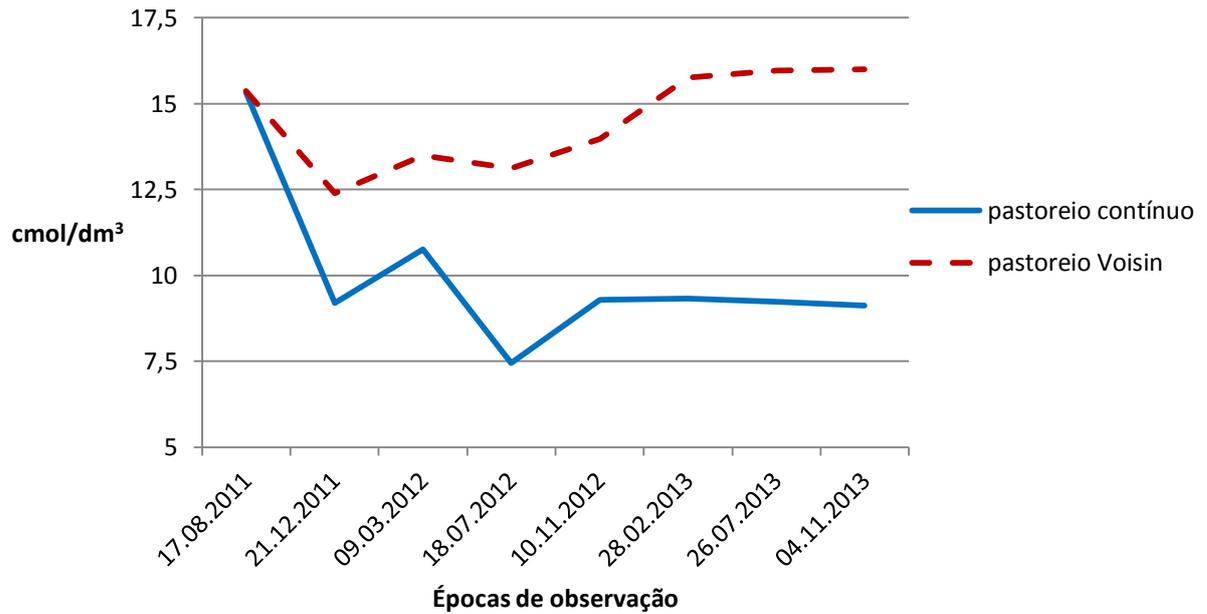


Figura 11 – Gráfico da presença de Cálcio (cmol/dm^3) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

4.2.6 Magnésio

Os valores de Magnésio no solo, analisados durante o período do experimento, mantiveram-se interpretados como “altos” pela SBCS/CQFS (2004) para ambos os tratamentos correspondentes aos sistemas de pastoreio, como mostra a tabela 9.

Mesmo assim podemos verificar através da figura 12 que o tratamento pastoreio Voisin apresenta, a partir do início do experimento, uma linha de distribuição de valores de Magnésio no solo, sempre superior ao tratamento pastoreio Contínuo. Sendo que esse último demonstra uma tendência para a redução dos teores do elemento em relação ao que havia disponível no solo antes da instalação do presente trabalho (17/08/2011).

As diferenças entre ambos os tratamentos começam a ser significativas em favor do pastoreio Voisin, como demonstrado na tabela 9, a partir da quarta época de avaliação (18/07/2012), mantendo-se assim até o final (04/11/2013).

Tabela 9 - Teor de Magnésio ($\text{cmol}_e/\text{dm}^3$) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Magnésio (cmol/dm^3) | |
|----------------------|--|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 7,33 * a | 7,38 * a |
| 21.12.2011 | 4,49 * a | 6,08 * a |
| 09.03.2012 | 5,85 * a | 6,85 * a |
| 18.07.2012 | 3,43 * a | 7,09 * b |
| 10.11.2012 | 3,89 * a | 7,16 * b |
| 28.02.2013 | 4,03 * a | 7,75 * b |
| 26.07.2013 | 4,07 * a | 7,66 * b |
| 04.11.2013 | 4,26 * a | 7,67 * b |

Valor de magnésio seguido por um asterisco (*) é interpretado como alto pelo ROLAS (2004).

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores teores de magnésio referentes ao pastoreio Voisin provavelmente encontram-se relacionados aos maiores teores de pH (Figura 4) e matéria orgânica (Figura 8) que esse sistema apresenta em relação ao pastoreio Contínuo. É importante também que seja associado a esse fato os valores significativamente superiores de CTC do solo encontrados no pastoreio Voisin (Figura 7).

O magnésio é um elemento que se encontra em grandes concentrações no tecido foliar (MOHR e SCHOPFER, 1995), podendo-se relacionar a maior produção desse tecido vegetal com a própria reposição, por parte da planta, de restos vegetais que vão se agregar a liteira e comporão posteriormente a serapilheira do solo. Isso, somando-se a melhor distribuição e concentração de dejeções dos animais, aumentarão o teor de matéria orgânica do solo, nesse caso apresentando-se maior no pastoreio Voisin que no Contínuo e, conseqüentemente contribuindo também com a maior disponibilização desse elemento no Voisin

Também maiores valores de CTC significam que o complexo argila/húmus do solo terá maiores condições de retenção sobre a sua superfície dos íons com carga elétrica positiva como é o caso do magnésio e do cálcio (LOPES e GUILHERME, 2004)

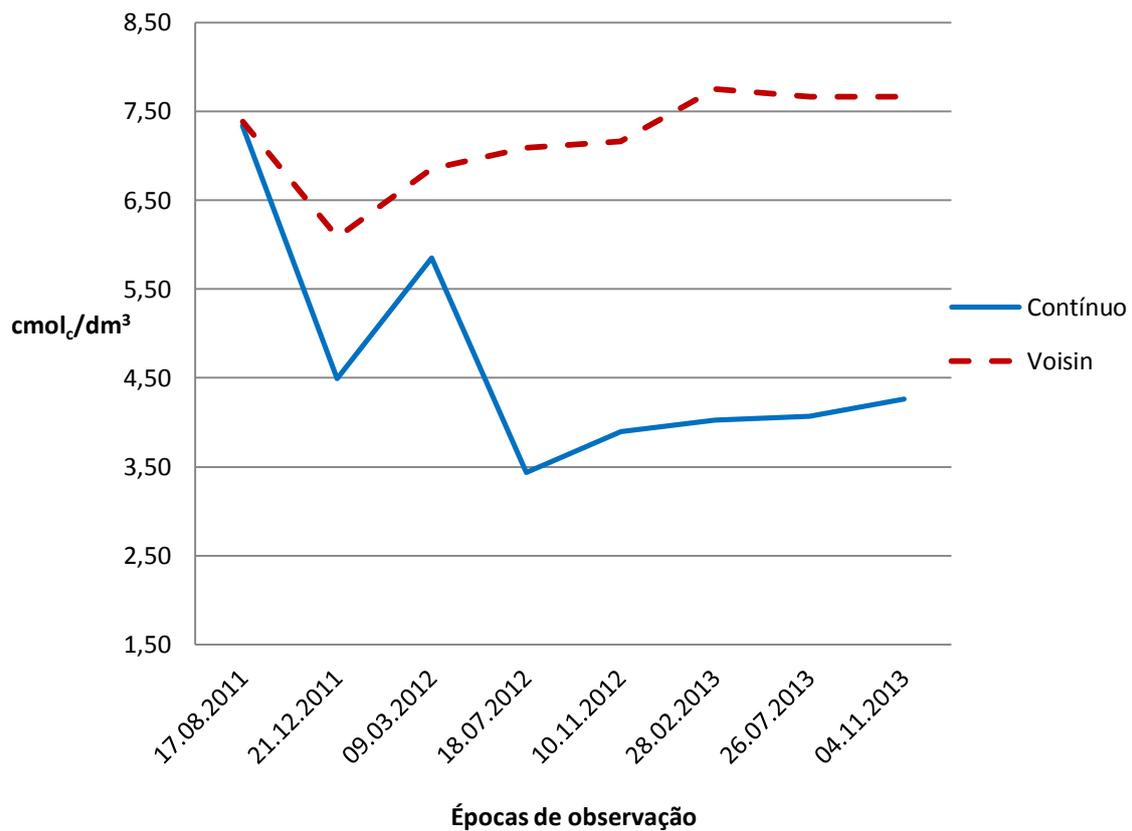


Figura 12 - Presença de Magnésio (cmol_c/dm³) em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

4.2.7 Alumínio

Os valores para alumínio do solo no sistema Voisin tiveram sua interpretação como “muito baixo” e para o pastoreio Contínuo apresentou valores interpretados como “muito baixo” e “baixo” pelo SBCS/CQFS (2004) durante todo o período experimental (Tabela 10).

Os valores nominais de alumínio para os dois sistemas de pastoreio, quando analisados estatisticamente pelo teste de Tukey (5%), apresentam diferenças significativas apenas nas duas últimas épocas de avaliação. Nos meses de janeiro e julho do terceiro ano do experimento o pastoreio Voisin contribuiu com redução do alumínio em relação ao Contínuo (Tabela 10).

Os valores de alumínio considerados “muito baixo” e “baixo” apresentados no experimento estão associados ao pH do solo. Esse fato resulta do comportamento dos óxidos de alumínio e também de ferro, que são minerais possuidores de duplo comportamento em virtude de seu caráter anfótero, gerando cargas elétricas negativas quando os valores de pH superam o ponto de carga zero e cargas positivas quando os valores de pH são menores que esse ponto (PRADO, 2015);

Tabela 10 - Teor de alumínio (%) em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de avaliação | Alumínio (%) | |
|---------------------|--------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 0,68 * a | 0,62 * a |
| 21.12.2011 | 1,07 ** a | 0,80 * a |
| 09.03.2012 | 1,17 ** a | 0,94 * a |
| 18.07.2012 | 0,84 * a | 0,75 * a |
| 10.11.2012 | 0,86 * a | 0,78 * a |
| 28.02.2013 | 1,00 ** a | 0,82 * a |
| 26.07.2013 | 1,09 ** a | 0,82 * b |
| 04.11.2013 | 1,11 ** a | 0,83 * b |

Valor de alumínio seguido por um asterisco (*) é interpretado como muito baixo e seguido por dois asteriscos (**) é interpretado como baixo pelo ROLAS (2004)

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A figura 13 apresenta uma flutuação nos teores de alumínio para os dois tratamentos, tendo um aumento inicial, depois redução com tendência a estabilização, mantendo seus teores mais elevados no pastoreio Contínuo em relação o Voisin. Esse comportamento deve ser associado aos maiores teores de cálcio, CTC e pH apresentados pelo pastoreio Voisin.

4.2.8 Nitrogênio total (N), carbono orgânico (C) e relação C/N do solo

O valor de nitrogênio no solo (Tabela 11) começou a mostrar-se significativo em favor do pastoreio Voisin a partir da terceira época de observação (09/12/2011). Os resultados encontrados nesse trabalho descritos posteriormente, indicando o maior número de organismos da fauna (ácaros e colêmbolos) associada ao maior

teor de matéria orgânica do solo no sistema Voisin, possivelmente são fatores que justificam essa superioridade

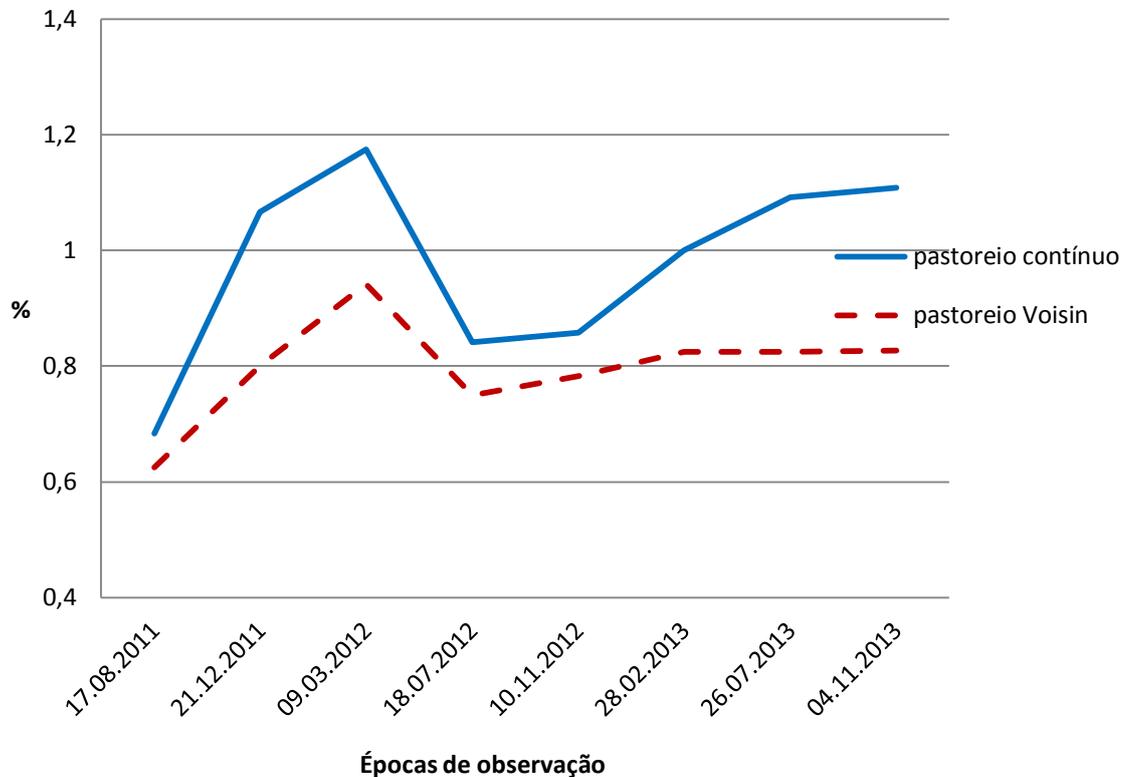


Figura 13 - Gráfico de presença de alumínio em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Observa-se que os maiores valores em nitrogênio e carbono do solo (Tabela 11 e Tabela 12) foram obtidos na primeira época de observação, quando a área experimental vinha de um diferimento de doze meses, configurando um crescimento livre das plantas e nenhuma interferência no solo por agente antropozóico.

Nesse ambiente o maior volume de matéria orgânica do solo contribuiu para a maior taxa de carbono e o alto número de organismos contribuiu para a mineralização dessa matéria orgânica aumentando a taxa de nitrogênio. Este, ligado a moléculas de proteínas resultantes da decomposição do material orgânico.

A partir desse momento tanto os valores em nitrogênio como carbono para o sistema Contínuo decresceram e mantiveram-se menores até o fim do experimento.

Tabela 11. Composição em Nitrogênio (g/kg) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | N (g/kg de solo) | |
|----------------------|--------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 1,62 a | 1,63 a |
| 21.12.2011 | 1,45 a | 1,44 a |
| 09.03.2012 | 1,00 a | 1,17 b |
| 18.07.2012 | 1,38 a | 1,70 b |
| 10.11.2012 | 1,01 a | 1,32 b |
| 28.02.2013 | 0,98 a | 1,34 b |
| 26.07.2013 | 1,04 a | 1,43 b |
| 04.11.2013 | 1,01 a | 1,52 b |

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Composição em Carbono orgânico (g/kg) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | C (g/kg de solo) | |
|----------------------|--------------------|------------------|
| | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | 18,61 a | 18,51 a |
| 21.12.2011 | 17,16 a | 17,59 a |
| 09.03.2012 | 12,01 a | 12,88 a |
| 18.07.2012 | 16,65 a | 18,22 b |
| 10.11.2012 | 12,39 a | 14,08 b |
| 28.02.2013 | 11,94 a | 14,08 b |
| 26.07.2013 | 12,38 a | 14,99 b |
| 04.11.2013 | 12,35 a | 15,76 b |

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Esse comportamento provavelmente foi resultado de uma maior interferência no solo causada pelo sistema Contínuo, o que pode ser comprovado pela diminuição da matéria orgânica e também da mesofauna do solo.

É importante observar que mesmo aumentando as quantidades de carbono no solo para o sistema Voisin, também aumentaram as concentrações de nitrogênio, o que pode ser justificado por um aumento na eficiência da taxa de degradação biológica da matéria orgânica.

A figura 14 mostra que a relação carbono/nitrogênio tende a diminuir no pastoreio Voisin a partir da terceira época de observação, mantendo-se assim até o

final do experimento. A maior disponibilização de nitrogênio ao solo que foi favorecida pelo pastoreio Voisin foi a responsável pela diminuição dessa relação.

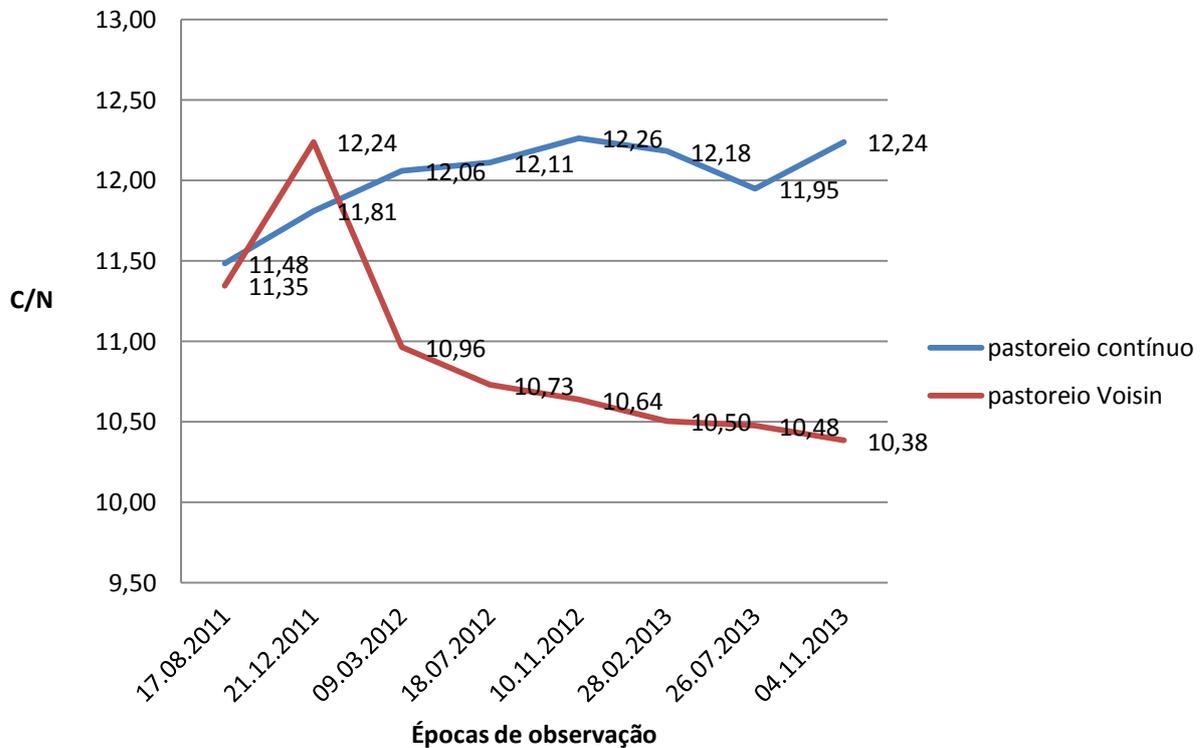


Figura 14 – Gráfico da relação Carbono/Nitrogênio (C/N) de solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Esse fato contribui para uma decomposição mais acelerada dos restos vegetais em relação ao sistema Contínuo, o que acarreta também maior mobilização de outros nutrientes para o solo.

Segundo Pimentel (2012) do nitrogênio presente no solo 95% encontra-se compondo a matéria orgânica do solo, ou seja, na forma de nitrogênio orgânico e não disponível às plantas, enquanto que os 5% restantes encontra-se nas formas minerais prontamente disponíveis para as plantas ou sujeitos a perdas por volatilização ou lixiviação. Entre os fatores que favorecem a mineralização, isto é, favoráveis a manutenção de maior concentração de nitrogênio mineral na solução do solo estão a temperatura ($\approx 30^{\circ}\text{C}$), umidade (50 a 60% capacidade de campo),

presença de ar no solo, pH (ideal > 6,0) e uma adequada relação C/N de resíduo vegetal (< 20/1) (PRADO, 2008).

No caso específico este último item é atendido pelos dois tratamentos, conforme podemos observar na figura 14, sendo que para o pastoreio Voisin essa relação tende a decrescer enquanto que no Contínuo tende a aumentar.

4.3 Mesofauna do solo

4.3.1 Levantamento populacional de ácaros e colêmbolos

Avaliando-se o comportamento populacional da distribuição de ácaros e colêmbolos nos dois tratamentos ao longo do experimento, a tabela 13 mostra que as populações somente começam a apresentar diferenças significativas ($p < 0,05\%$) a partir da quarta época de avaliação (18/07/2012).

Tabela 13. Composição em número de organismos sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Espécie de organismo | Nº de organismos | |
|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| | | Pastoreio Contínuo | Pastoreio Voisin |
| 17.08.2011 | ácaro | 23,33 a | 22,58 a |
| | colêmbolo | 20,17 a | 20,58 a |
| 21.12.2011 | ácaro | 14,67 a | 20,17 a |
| | colêmbolo | 18,75 a | 28,25 a |
| 09.03.2012 | ácaro | 19,42 a | 24,83 a |
| | colêmbolo | 19,92 a | 27,50 a |
| 18.07.2012 | ácaro | 12,75 a | 22,58 b |
| | colêmbolo | 8,58 a | 19,50 b |
| 10.11.2012 | ácaro | 12,58 a | 25,00 b |
| | colêmbolo | 15,25 a | 27,75 b |
| 28.02.2013 | ácaro | 13,33 a | 26,92 b |
| | colêmbolo | 14,08 a | 30,08 b |
| 26.07.2013 | ácaro | 10,92 a | 24,75 b |
| | colêmbolo | 9,42 a | 22,08 b |
| 04.11.2013 | ácaro | 12,75 a | 30,00 b |
| | colêmbolo | 10,92 a | 27,58 b |

Médias na linha, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado demonstra que os diferentes sistemas de pastoreio não tem efeito significativo imediato sobre as populações de organismos, uma vez que no início da sua implantação não provocam alterações significativas nas condições ambientais do solo para que possa influenciar esses organismos.

Mesmo assim é possível observar na figura 15 uma tendência de aumento das populações das duas espécies estudadas (ácaros e colêmbolos) para o sistema Voisin desde o início do trabalho, enquanto que o pastoreio Contínuo apresenta uma tendência para o decréscimo dessas populações.

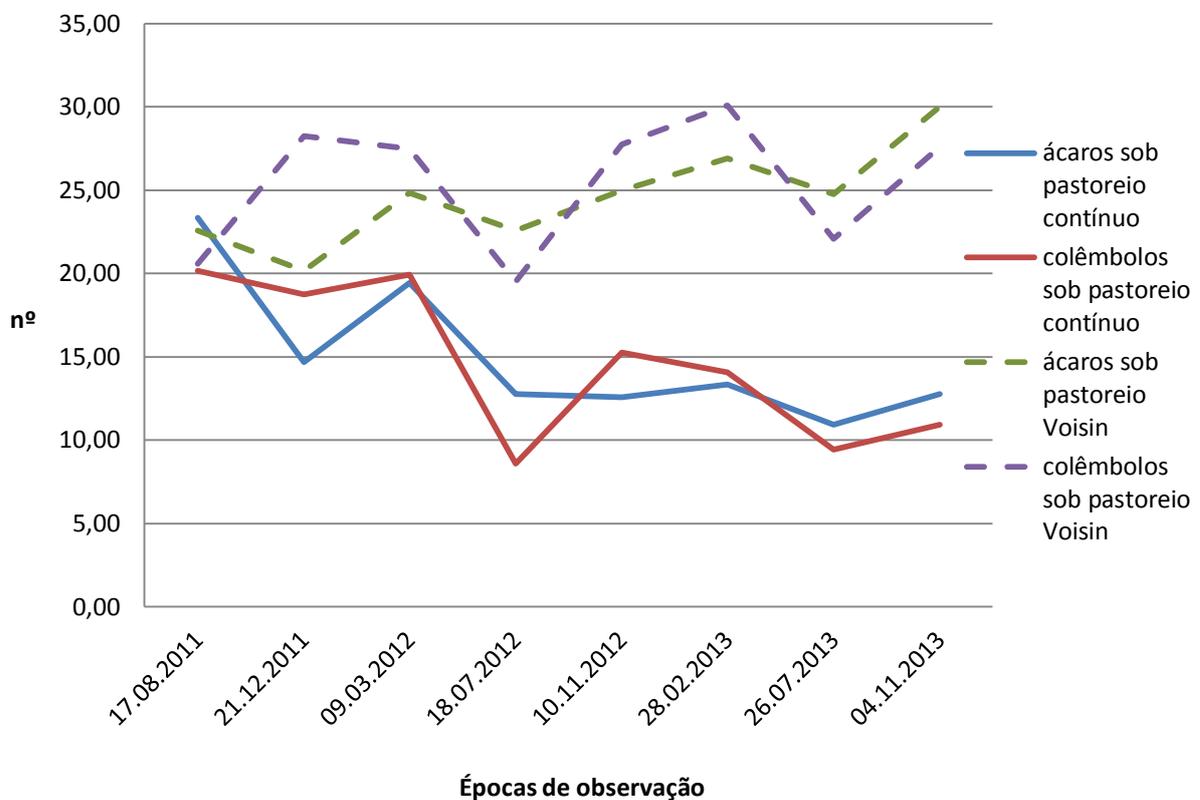


Figura 15 - Gráfico da distribuição das populações de ácaros e colêmbolos em solo coberto por pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

O maior volume de dejeções assim como maior uniformidade de distribuição pode ser um fator determinante para essa tendência de aumento populacional do pastoreio Voisin.

Aliando-se a isso o período de repouso de cada potreiro, permitindo o crescimento da forragem livre de pastejo que esse sistema faculta, possivelmente permite criar um ambiente mais protegido de adversidades climáticas sobre os organismos.

As figuras 16 e 17 demonstram que as populações de organismos que se desenvolvem sob pastoreio Voisin parecem sofrer menos intensamente o efeito do fator temperatura do ar e umidade gravimétrica do solo.

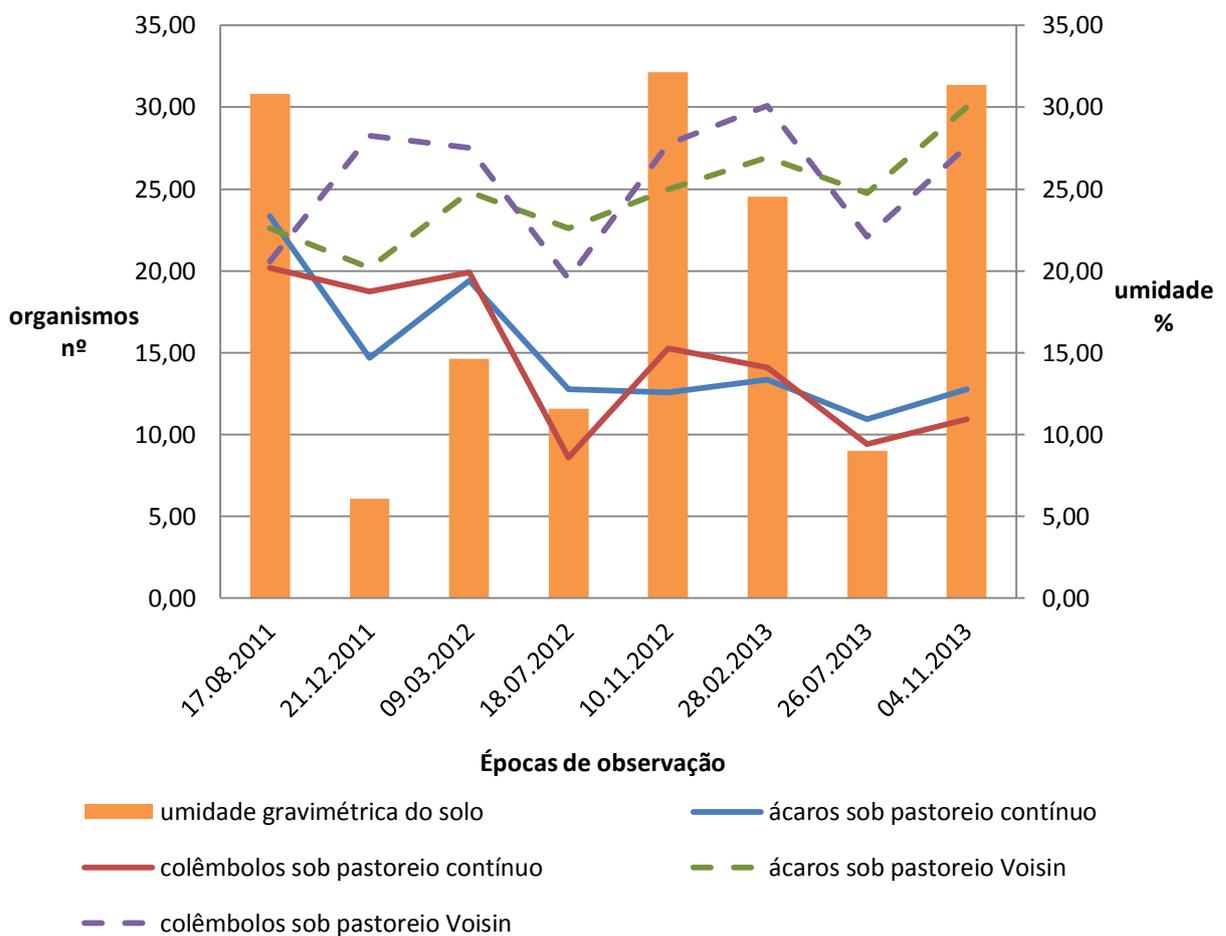


Figura 16 - Gráfico da distribuição das populações de ácaros e colêmbolos e da umidade do solo em pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Entre os dois grupos de organismos, ácaros e colêmbolos, independentemente dos sistemas de pastoreio, as populações de ácaros parecem ter menor variação na flutuação populacional com o passar do tempo em relação às populações de colêmbolos. Situação esta que pode ser explicada pelo diferente

habitat desses organismos, pois enquanto os primeiros são organismos de interior de solo, os colêmbolos sendo organismos de superfície estão mais sujeitos aos efeitos das flutuações climáticas (principalmente temperatura e umidade).

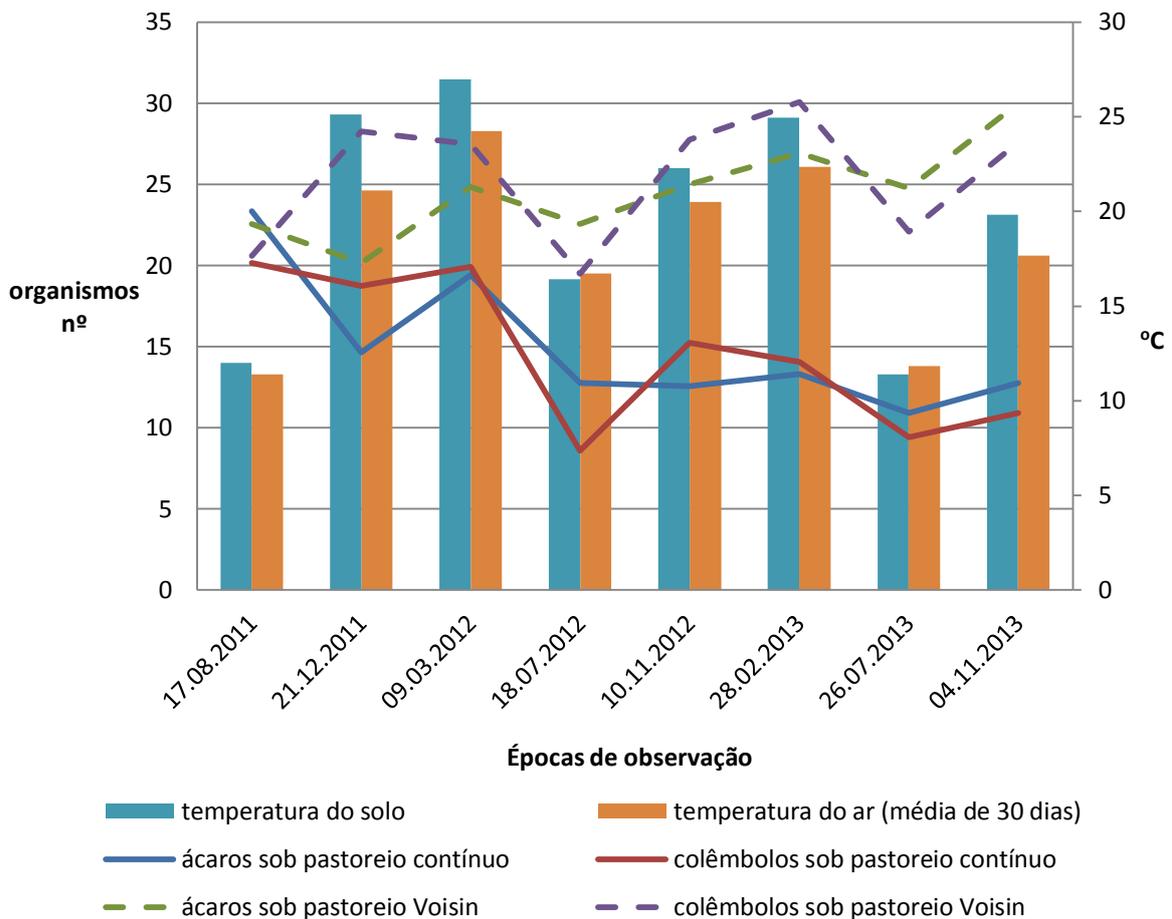


Figura 17 - Gráfico da distribuição das populações de ácaros e colêmbolos, temperatura do ar e do solo em pastagem nativa submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Rieff (2010) estudando as populações de ácaros e colêmbolos em floresta de eucaliptos, campo nativo e mata nativa, observou que as populações de ácaros mantinham-se, nos três ambientes, superiores as populações de colêmbolos, justificando o fato pela maior adaptação destes as condições de variação de temperatura e de regime hídrico. Em outro trabalho conduzido em ambientes sob cultivo orgânico, cultivo convencional e mata nativa, Rieff (2014) não encontrou diferenças nas densidades dos micro-artrópodes capturados sob cultivo orgânico

com os valores dos organismos capturados na mata nativa, mas ambos apresentando valores superiores ao cultivo convencional.

4.3.2 Descritores para análise das populações de ácaros e colêmbolos

As tabelas 14 e 15 descrevem a resposta das populações de ácaros e colêmbolos ao efeito dos pastoreios Contínuo e Voisin durante o período experimental.

Para isso são utilizados o coeficiente de frequência, os índices de diversidade de Margalef e de Shanon, o índice de dominância populacional de Berger-Parker, a avaliação da similaridade entre as populações pelo índice Porcentagem de Similaridade, a uniformidade entre a distribuição dos indivíduos pelo índice de Pielou e a relação existente entre as populações de ácaros e colêmbolos pela relação ácaro/colêmbolo.

A tabela 14 apresenta as populações de ácaros e colêmbolos coletadas nas Armadilhas de Tretzel e a tabela 15 apresenta essas populações coletadas junto aos Funis de Tüllgren. As figuras 18 e 19 representam os gráficos de distribuição destes descritores para as populações coletadas nas Armadilhas de Tretzel e nos Funis de Tüllgren, respectivamente.

Os gráficos mostram que os índices de similaridade, Margalef e Shannon, não variaram substancialmente com o decorrer do tempo, mostrando que os tratamentos não influenciaram na similaridade das populações destes organismos.

Da mesma forma relatada por Morselli (2009) de que estes animais habitam principalmente a superfície do solo, a contagem de colêmbolos em todas as coletas realizadas junto as Armadilhas de Tretzel foi sempre superior a contagem de ácaros, independente das épocas e dos tratamentos utilizados, embora o número de organismos fosse maior no pastoreio Voisin que no Contínuo (Tabela 14).

Em função da estreita relação desse organismo com a matéria orgânica do solo, como relatado por Mussury et al (2002), Beretta et al (2008) e Bellini e

Zeppelini (2009), o maior teor de matéria orgânica e de esterco apresentados pelo pastoreio Voisin justificam a sua maior população apresentada por este tratamento.

Já nos Funis de Tüllgren (Tabela 15), independentemente das épocas de observação e dos tratamentos, as populações de ácaros foram superiores as populações de colêmbolos, fato também encontrado conforme relatado por Morselli (2009), sendo que o pastoreio Voisin apresentou maior população de organismos que o Contínuo em todas as épocas de observação.

Os ácaros também sendo organismos estreitamente ligados a matéria orgânica do solo (BEHAN-PELLETIER, 1999; OLIVEIRA, 1999; UHLIG, 2005), foram favorecidos pela maior concentração desta junto ao pastoreio Voisin. Esse favorecimento parece ser bastante evidenciado pelos valores apresentados na tabela 15, que apresentam a sua população duplicada até o final do experimento em relação ao pastoreio Contínuo.

Tabela 14 – Índices populacionais aplicados sobre ácaros e colêmbolos coletados em Armadilhas de Tretzel sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Sistemas de pastoreio | Nº médio de organismos | | Total de organismos | Cf (%) | | Shanon (H') | Pielou (e) | Margalef (α) | Berger-Parker (d) | relação Ác/Col | % de similaridade |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------------|---------------------|--------|------------|-------------|------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | | Ácaros | Colêmbolos | | Ácaros | Colêmbolos | | | | | | |
| 17.08.2011 | Contínuo | 2,42 | 11,00 | 13,42 | 18,01 | 81,99 | 0,4716 | 0,6803 | 1,6149 | 0,8199 | 0,22 | 94,25 |
| | Voisin | 1,58 | 11,33 | 12,92 | 12,26 | 87,74 | 0,3720 | 0,5367 | 1,6091 | 0,8774 | 0,14 | |
| 21.12.2011 | Contínuo | 3,58 | 14,08 | 17,67 | 20,28 | 79,72 | 0,5043 | 0,7276 | 1,6518 | 0,7972 | 0,25 | 93,76 |
| | Voisin | 8,33 | 23,08 | 31,42 | 26,53 | 73,47 | 0,5785 | 0,8346 | 1,7099 | 0,7347 | 0,36 | |
| 09.03.2012 | Contínuo | 3,83 | 12,33 | 16,17 | 23,71 | 76,29 | 0,5477 | 0,7902 | 1,6407 | 0,7629 | 0,31 | 96,25 |
| | Voisin | 7,67 | 20,25 | 27,92 | 27,46 | 72,54 | 0,5878 | 0,8480 | 1,6996 | 0,7254 | 0,38 | |
| 18.07.2012 | Contínuo | 3,75 | 5,00 | 8,75 | 42,86 | 57,14 | 0,6829 | 0,9852 | 1,5390 | 0,5714 | 0,75 | 90,61 |
| | Voisin | 7,00 | 13,92 | 20,92 | 33,47 | 66,53 | 0,6374 | 0,9196 | 1,6711 | 0,6653 | 0,50 | |
| 10.11.1012 | Contínuo | 4,83 | 10,33 | 15,17 | 31,87 | 68,13 | 0,6259 | 0,9029 | 1,6322 | 0,6813 | 0,47 | 95,30 |
| | Voisin | 7,83 | 21,00 | 28,83 | 27,17 | 72,83 | 0,5849 | 0,8439 | 1,7025 | 0,7283 | 0,37 | |
| 28.02.2013 | Contínuo | 3,58 | 8,67 | 12,25 | 29,25 | 70,75 | 0,6044 | 0,8720 | 1,6009 | 0,7075 | 0,41 | 91,92 |
| | Voisin | 6,33 | 23,58 | 29,92 | 21,17 | 78,83 | 0,5162 | 0,7447 | 1,7057 | 0,7883 | 0,27 | |
| 26.07.2013 | Contínuo | 3,08 | 6,50 | 9,58 | 32,17 | 67,83 | 0,6282 | 0,9063 | 1,5575 | 0,6783 | 0,47 | 91,64 |
| | Voisin | 5,42 | 17,33 | 22,75 | 23,81 | 76,19 | 0,5489 | 0,7919 | 1,6800 | 0,7619 | 0,31 | |
| 04.11.2013 | Contínuo | 3,50 | 7,50 | 11,00 | 31,82 | 68,18 | 0,6255 | 0,9024 | 1,5830 | 0,6818 | 0,47 | 91,37 |
| | Voisin | 6,67 | 22,08 | 28,75 | 23,19 | 76,81 | 0,5415 | 0,7813 | 1,7023 | 0,7681 | 0,30 | |

Tabela 15 – Índices populacionais aplicados sobre ácaros e colêmbolos coletados em Funis de Tullgren sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

| Épocas de observação | Sistemas de pastoreio | Nº médio de organismos | | Total de organismos | Cf (%) | | Shanon (H') | Pielou (e) | Margalef (α) | Berger-Parker (d) | Relação Ác/Col | % de similaridade |
|----------------------|-----------------------|------------------------|------------|---------------------|--------|------------|-------------|------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | | Ácaros | Colêmbolos | | Ácaros | Colêmbolos | | | | | | |
| 17.08.2011 | Contínuo | 20,92 | 9,17 | 30,08 | 69,53 | 30,47 | 0,6148 | 0,8870 | 1,7062 | 0,6953 | 2,28 | 99,33 |
| | Voisin | 21,00 | 9,25 | 30,25 | 69,42 | 30,58 | 0,6157 | 0,8882 | 1,7067 | 0,6942 | 2,27 | |
| 21.12.2011 | Contínuo | 11,08 | 4,67 | 15,75 | 70,37 | 29,63 | 0,6077 | 0,8767 | 1,6373 | 0,7037 | 2,38 | 95,82 |
| | Voisin | 11,83 | 5,17 | 17,00 | 69,61 | 30,39 | 0,6142 | 0,8860 | 1,6470 | 0,6961 | 2,29 | |
| 09.03.2012 | Contínuo | 15,58 | 7,58 | 23,17 | 67,27 | 32,73 | 0,6323 | 0,9122 | 1,6818 | 0,6727 | 2,05 | 96,96 |
| | Voisin | 17,17 | 7,25 | 24,42 | 70,31 | 29,69 | 0,6082 | 0,8775 | 1,6870 | 0,7031 | 2,37 | |
| 18.07.2012 | Contínuo | 9,00 | 3,58 | 12,58 | 71,52 | 28,48 | 0,5974 | 0,8619 | 1,6051 | 0,7152 | 2,51 | 97,90 |
| | Voisin | 15,58 | 5,58 | 21,17 | 73,62 | 26,38 | 0,5770 | 0,8324 | 1,6724 | 0,7362 | 2,79 | |
| 10.11.1012 | Contínuo | 7,75 | 4,92 | 12,67 | 61,18 | 38,82 | 0,6679 | 0,9636 | 1,6061 | 0,6118 | 1,58 | 89,41 |
| | Voisin | 17,17 | 6,75 | 23,92 | 71,78 | 28,22 | 0,5950 | 0,8585 | 1,6850 | 0,7178 | 2,54 | |
| 28.02.2013 | Contínuo | 9,75 | 5,42 | 15,17 | 64,29 | 35,71 | 0,6518 | 0,9403 | 1,6322 | 0,6429 | 1,80 | 88,29 |
| | Voisin | 20,58 | 6,50 | 27,08 | 76,00 | 24,00 | 0,5511 | 0,7950 | 1,6969 | 0,7600 | 3,17 | |
| 26.07.2013 | Contínuo | 7,83 | 2,92 | 10,75 | 72,87 | 27,13 | 0,5846 | 0,8433 | 1,5789 | 0,7287 | 2,69 | 92,57 |
| | Voisin | 19,33 | 4,75 | 24,08 | 80,28 | 19,72 | 0,4965 | 0,7164 | 1,6857 | 0,8028 | 4,07 | |
| 04.11.2013 | Contínuo | 9,25 | 3,42 | 12,67 | 73,03 | 26,97 | 0,5830 | 0,8411 | 1,6061 | 0,7303 | 2,71 | 92,10 |
| | Voisin | 23,33 | 5,50 | 28,83 | 80,92 | 19,08 | 0,4873 | 0,7030 | 1,7025 | 0,8092 | 4,24 | |

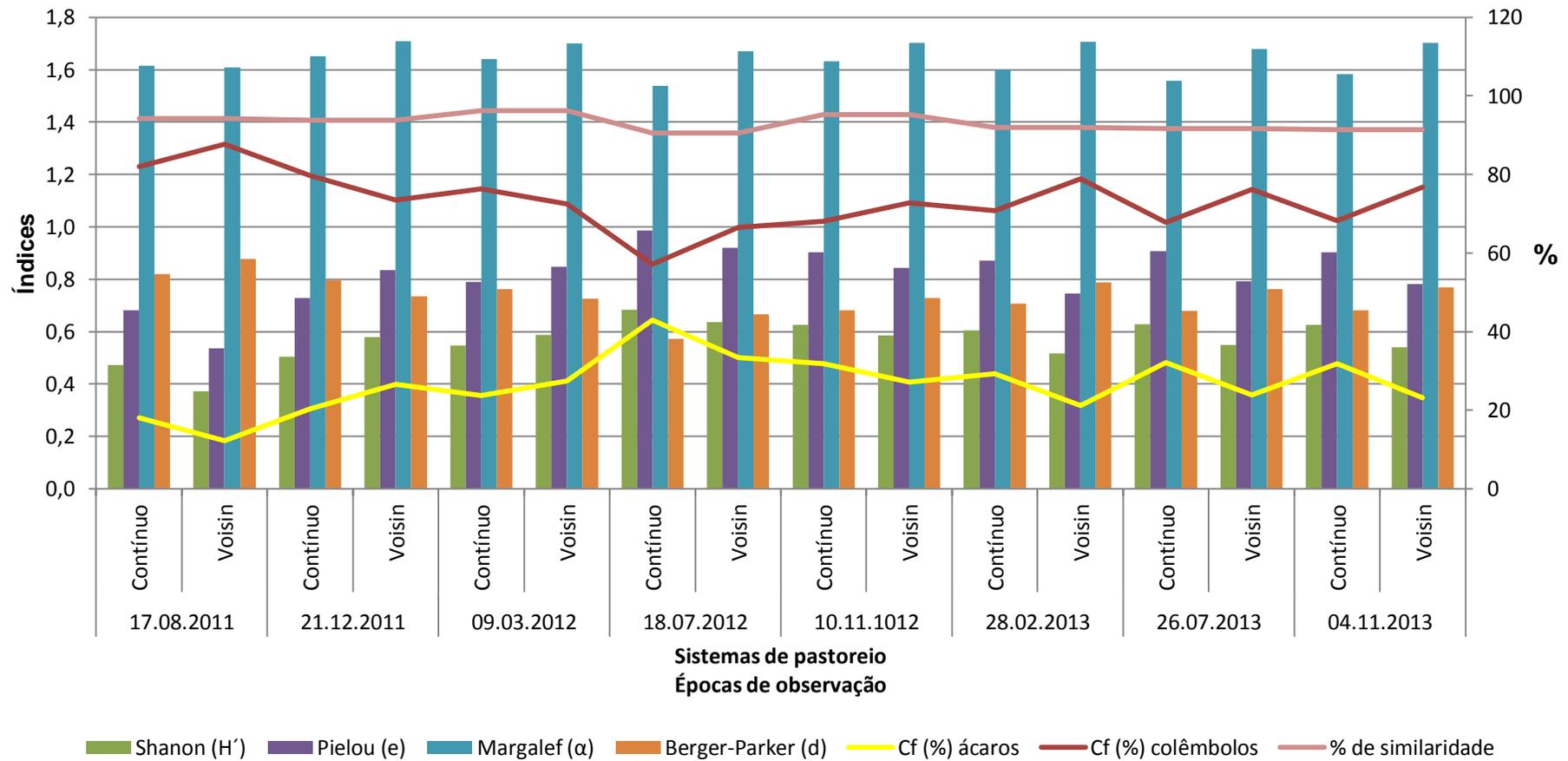


Figura 18 – Gráfico dos índices populacionais aplicados em ácaros e colêmbolos coletados em Trampas de Tretzel sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

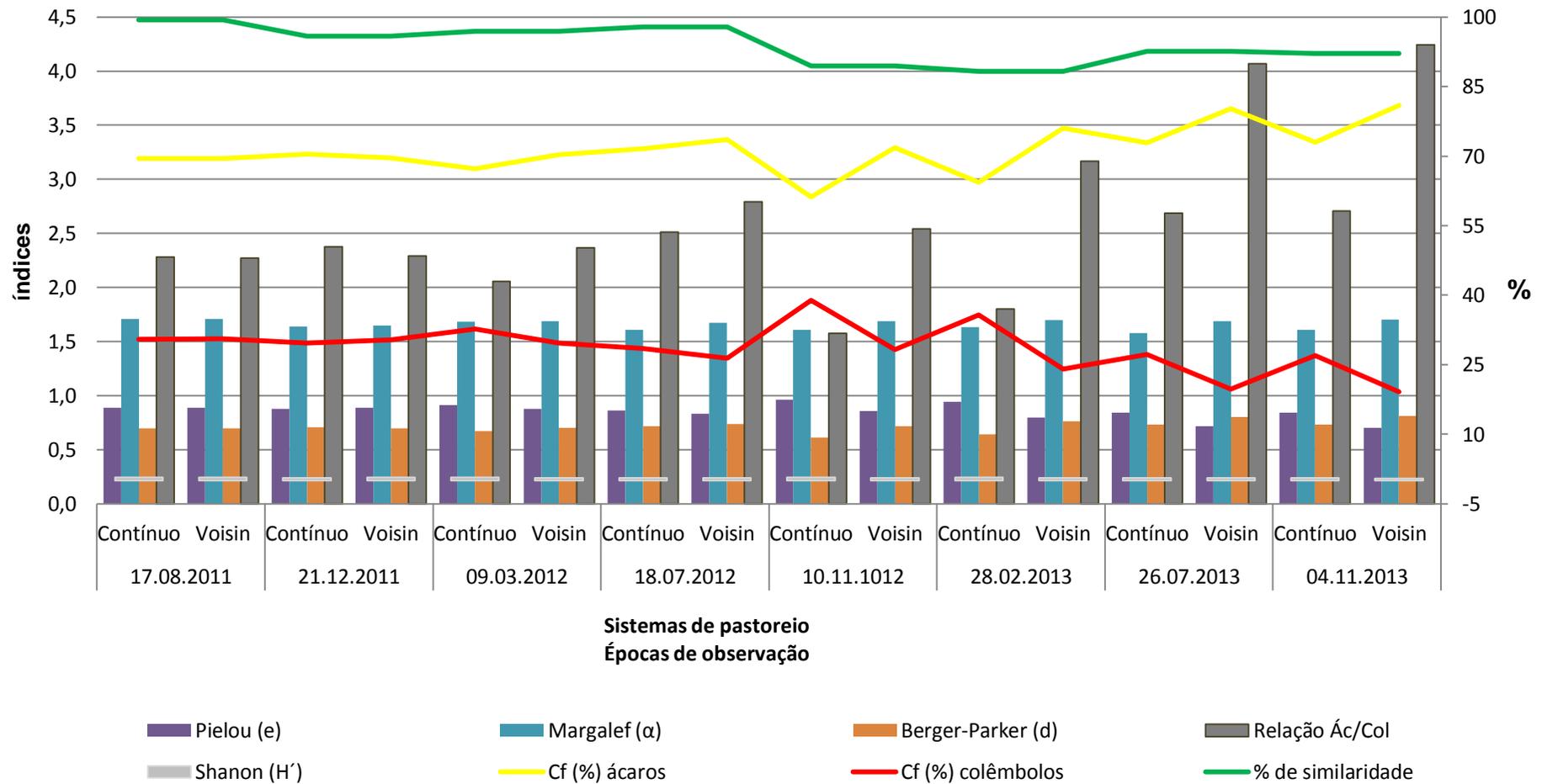


Figura 19 – Gráfico dos índices populacionais aplicados em ácaros e colêmbolos coletados em Funis de Tüllgren sobre solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

4.3.3 Relação entre a mesofauna e nutrientes do solo

4.3.3.1 Relação entre a mesofauna e o fósforo

A figura 20 apresenta a distribuição das populações de ácaros e colêmbolos em comparação com os teores de fósforo ao longo do período experimental.

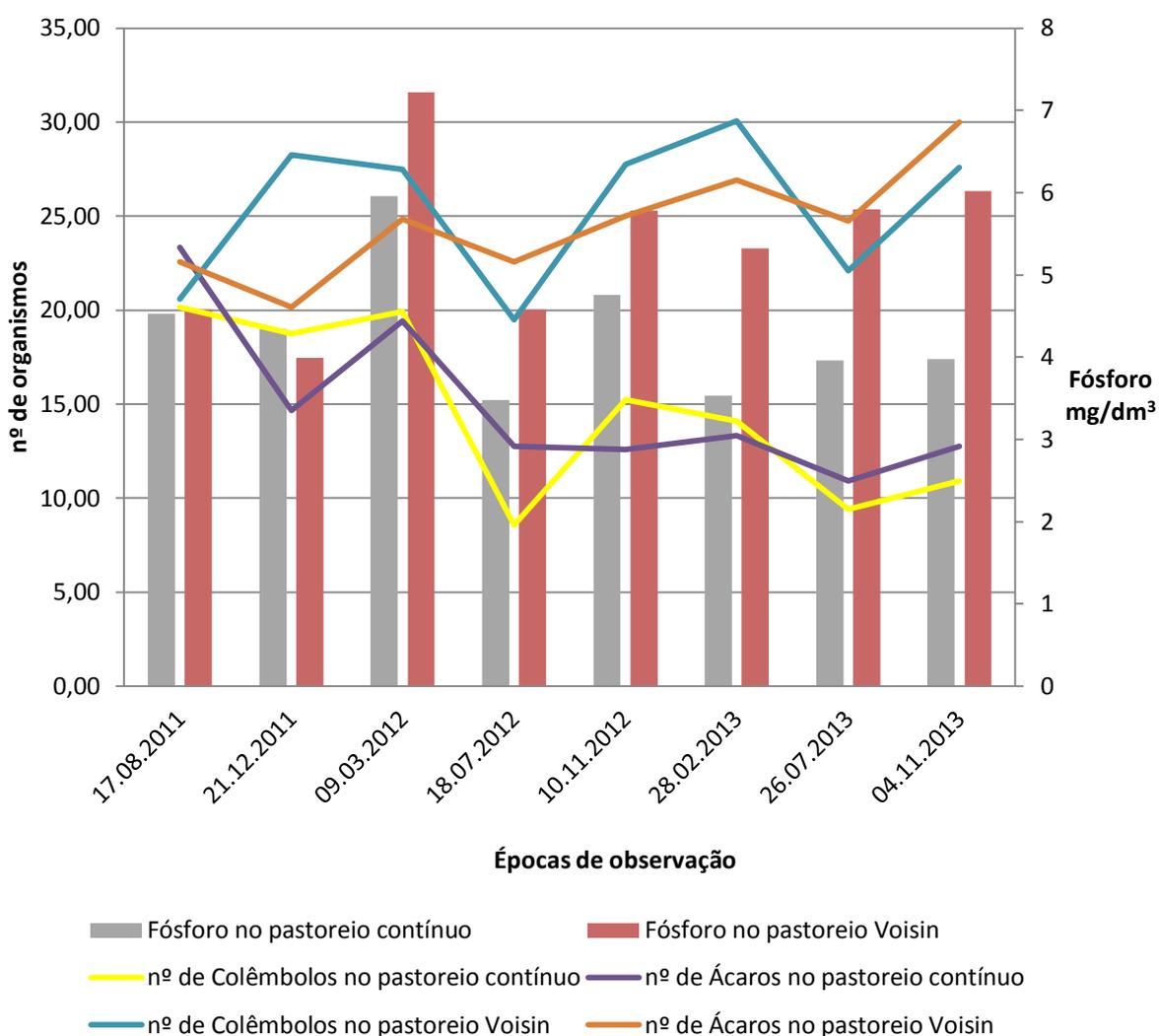


Figura 20 - Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de fósforo em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Á partir da terceira época de observação ocorreu aumento dos teores de fósforo no pastoreio Voisin concomitante ao aumento de ácaros e colêmbolos. Na quarta época houve uma retração nas populações e nos teores de fósforo em relação a época anterior, voltando ambas a aumentar na quinta época e mantendo-se assim até o final.

As diminuições ocorridas no mês de julho de 2012 na temperatura do solo e na umidade gravimétrica do mesmo (Tabela 1) afetaram o desenvolvimento das populações de organismos acarretando, por conseguinte, menor eficiência na decomposição da matéria orgânica, consequentemente influenciando os teores de fósforo.

Essa relação entre teor de fósforo e organismos do solo também foi relatada por Oliveira (2013), que trabalhando com populações de colêmbolos em floresta ombrófila, observou a relação positiva existente entre os teores de fósforo, carbono e nitrogênio e as populações desses organismos edáficos. Tão importante foi essa relação que o autor concluiu que os processos ecológicos estequiométricos que levam em consideração esses elementos químicos podem ser utilizados para prever alterações na comunidade dos mesmos.

Jacquemin et al (2012) procurando estudar principalmente a relação entre formigas e os teores de fósforo, nitrogênio e carbono em florestas de clima frio, observou também a relação entre estes elementos e a mesofauna do solo, em especial os colêmbolos, onde os maiores teores desses elementos também indicavam maiores populações de organismos.

Segundo Huang et al (2012) o fósforo é elemento presente nos microorganismos do solo, tais como bactérias e fungos, sendo estes uma importante fonte alimentar para os artrópodes detriticos. Portanto condições que favoreçam o desenvolvimento desses microorganismos também favorecerá o desenvolvimento da comunidade de artrópodes.

Parfitt et al (2005) salientam que a atividade da fauna do solo influencia a mineralização do fósforo pelo material orgânico, favorecendo a liberação deste elemento para a solução do solo bem como também do nitrogênio.

Pelos resultados obtidos no presente trabalho há o indicativo que a dinâmica entre matéria mineral do solo, matéria orgânica, microrganismos e fauna edáfica, parece estar mais consolidada no sistema de pastoreio Voisin comparado ao Contínuo, o que levou ao favorecimento do ciclo do fósforo no solo e sua maior disponibilização.

4.3.3.2 Relação entre a mesofauna e o potássio

A figura 21 apresenta a distribuição das populações de ácaros e colêmbolos em comparação aos teores de potássio durante o período experimental.

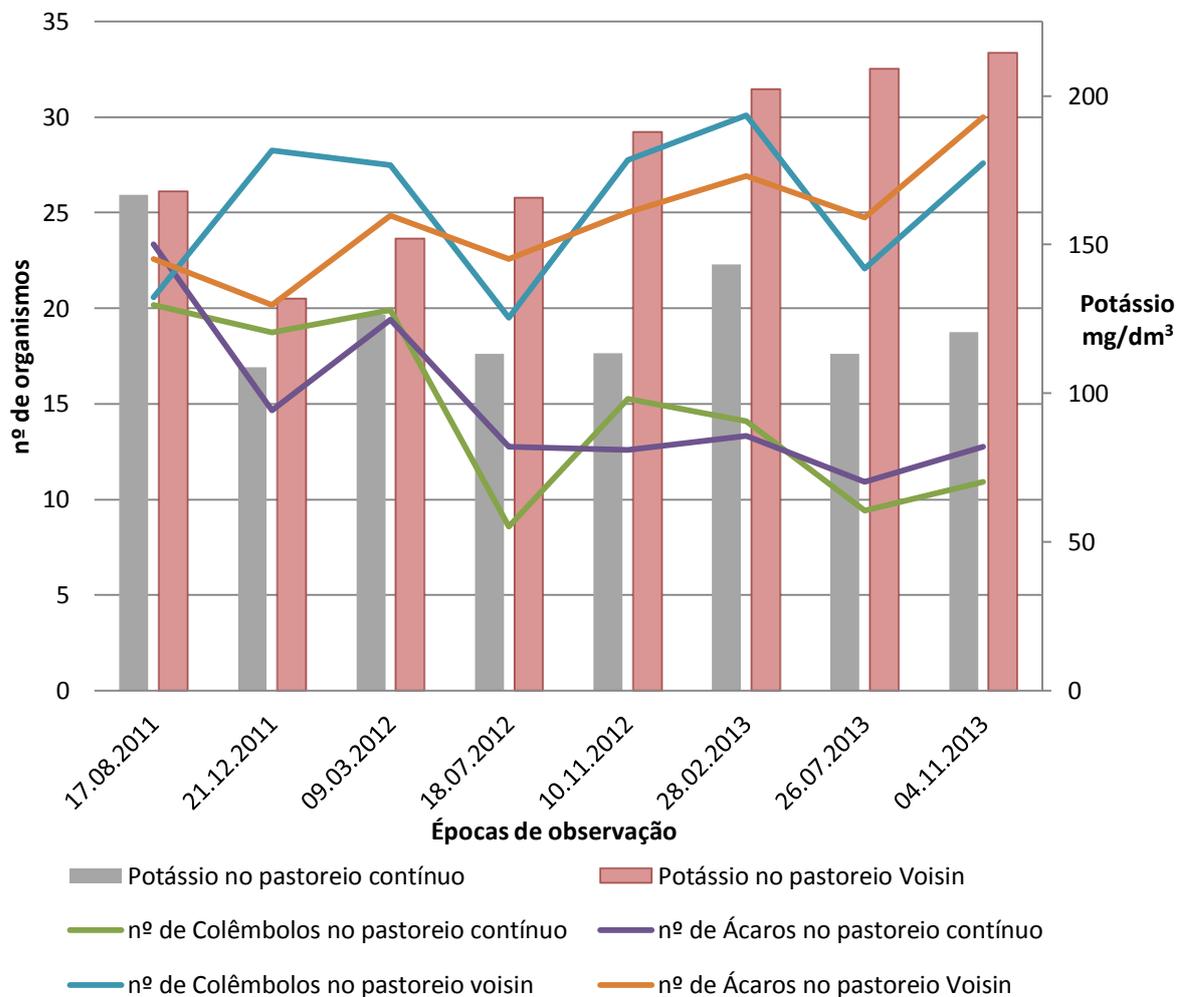


Figura 21 - Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de potássio em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Observamos comportamento de distribuição do potássio acompanhando, com o passar das épocas, as populações de organismos. Sendo que tanto as populações quanto o potássio apresentaram uma tendência crescente no pastoreio Voisin e decrescente no pastoreio Contínuo.

Essas distribuições mostram que os organismos do solo tem estreita relação com o potássio, talvez principalmente pela grande mobilidade e solubilidade deste nutriente.

Krolow (2011) estudando a fauna edáfica em cultura de girassol sucedida por trigo, em solo adubado com fertilizante mineral, organo-mineral e orgânico constatou que havia correlações entre a fertilidade do solo e os organismos presentes no mesmo. Entre as várias correlações estudadas encontrou correlação positiva entre o teor de potássio do solo e a população de ácaros, e correlação negativa entre o mesmo e a população de colêmbolos.

4.3.3.3 Relação entre a mesofauna e o cálcio

A figura 22 apresenta a distribuição das populações de ácaros e colêmbolos relacionadas a variação dos teores de cálcio durante o período experimental.

A apresentação dessa distribuição é bastante semelhante a do potássio. Embora considerando-se os altos níveis de cálcio nos dois tratamentos por características naturais do solo, as populações de ácaros e colêmbolos aumentaram juntamente com o cálcio para o pastoreio Voisin, e mantiveram-se menores no pastoreio Contínuo.

Moço (2006) ao estudar a caracterização da densidade e diversidade da meso e macrofauna do solo e avaliar a sua relação com as características do ambiente edáfico, observou a relação entre esta e a qualidade da serapilheira, considerando a sua composição mineral. Observou forte influência do número de indivíduos dos grupos da fauna Gastropoda, larva de Formicidae, Thysanoptera, Collembola, larva de Diptera e larva de Lepidóptera correlacionados com o teor de nitrogênio, fósforo, cálcio e celulose.

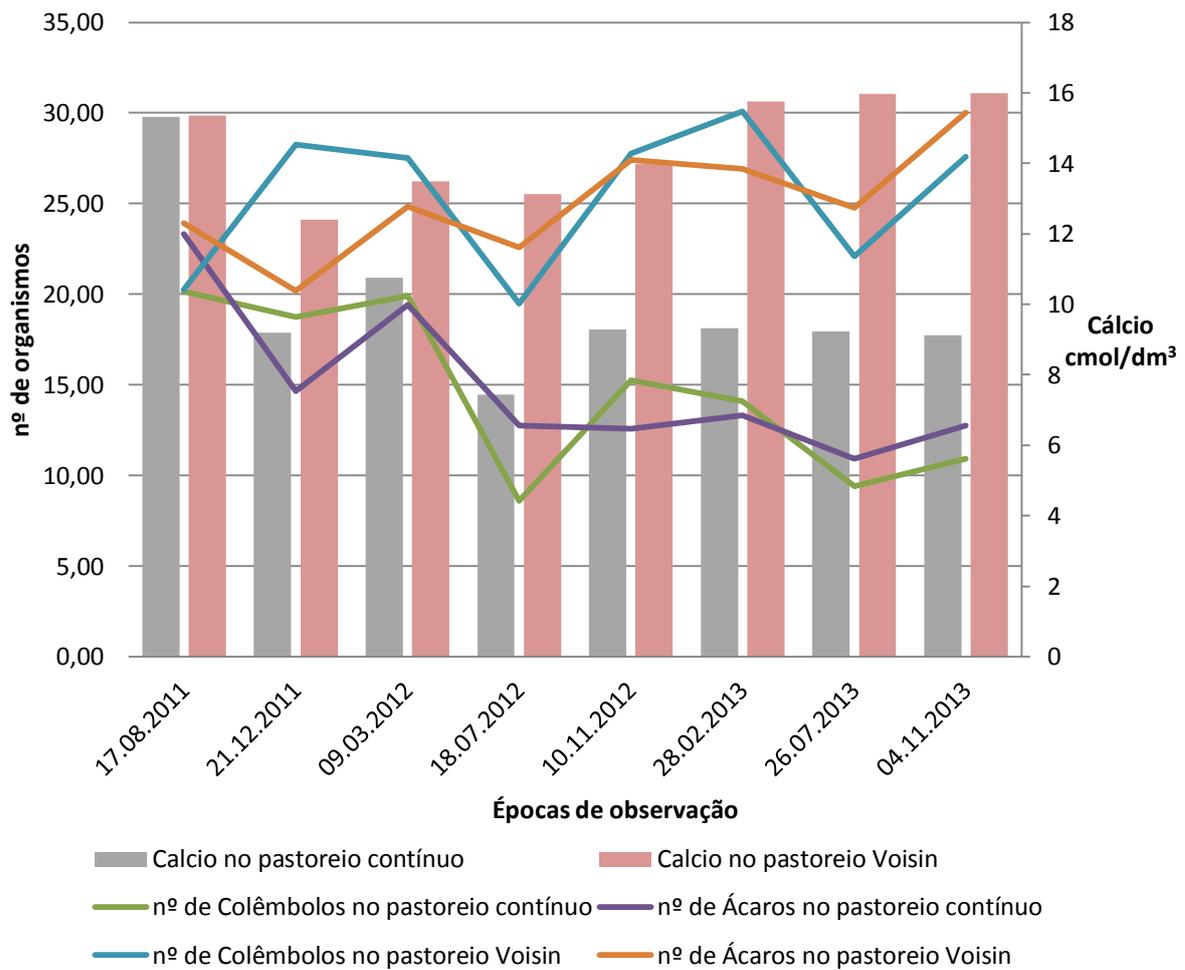


Figura 22 - Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de cálcio em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Maiores teores de cálcio no pastoreio Voisin pode portanto estar associada a maior população de colêmbolos apresentada por esse pastoreio em relação ao Contínuo.

4.3.3.4 Relação entre a mesofauna e a matéria orgânica do solo

A figura 23 apresenta a distribuição das populações de ácaros e colêmbolos em comparação aos teores de potássio durante o período experimental.

A população de organismos manteve-se acima dos teores de matéria orgânica a partir da terceira época de observação até o final do trabalho, enquanto para o pastoreio Contínuo, a partir dessa época, essas populações e os teores de matéria orgânica mantiveram-se semelhantes e aproximadamente constantes até o final.

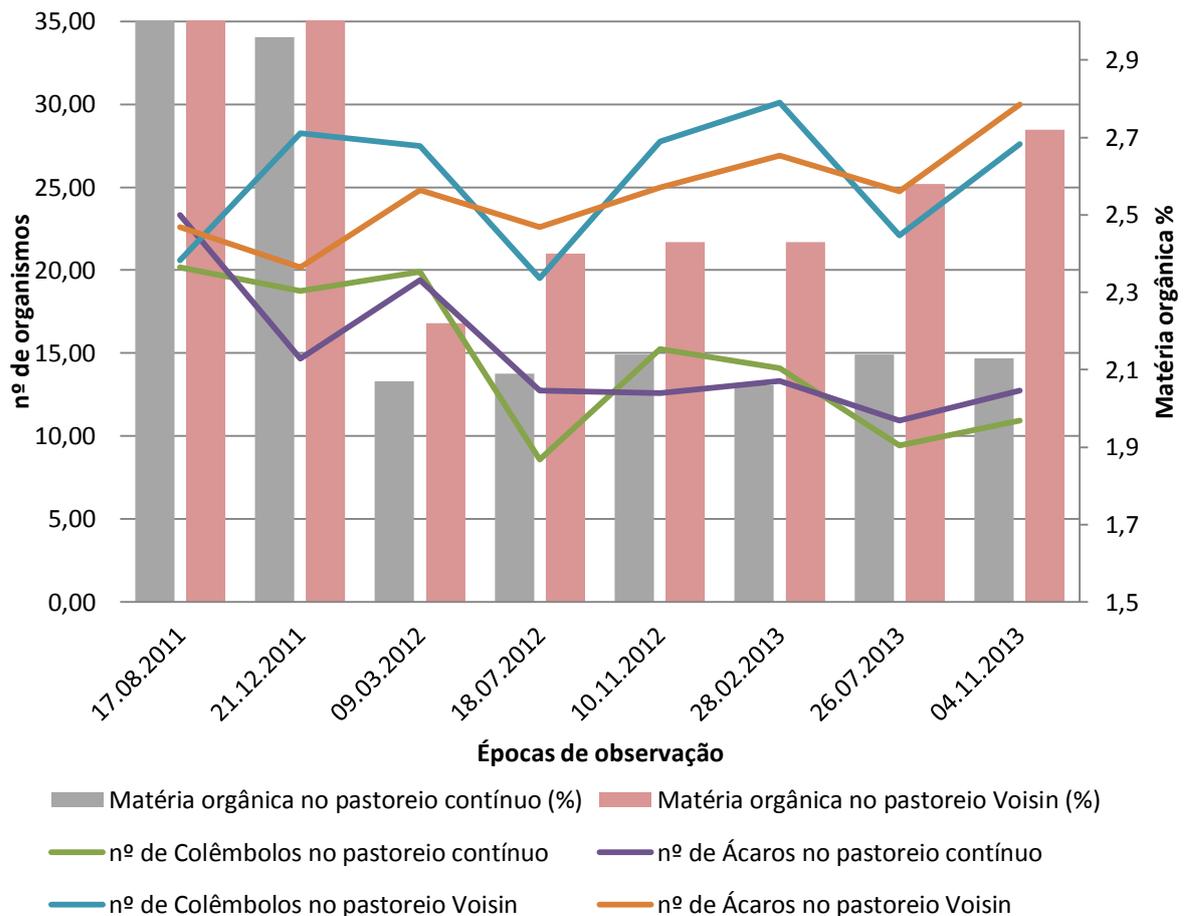


Figura 23 - Gráfico da distribuição populacional de ácaros e colêmbolos e variação dos teores de matéria orgânica em solo coberto por pastagem natural submetida a sistemas de pastoreio Contínuo e Voisin durante um período de três anos. BAGÉ (2015)

Observa-se também na figura 21 que com o decorrer do trabalho o pastoreio Voisin apresentou maiores teores de matéria orgânica, associados a maiores populações de organismos, quando comparados ao pastoreio Contínuo.

Em relação a isso Merlim (2005), avaliando a comunidade da macrofauna edáfica como indicadora da qualidade do solo em ecossistemas degradados e

preservados de araucária, concluiu que quanto maior o teor de matéria orgânica e melhor a sua qualidade, maior era a ocorrência dos organismos edáficos.

Esta relação positiva também foi encontrada por Ribeiro (2009), mencionando que solos com maior aporte da matéria orgânica podem atuar como fonte de nutrientes para o solo, mantendo sua fertilidade e favorecendo, desta forma, a ocorrência da comunidade da fauna edáfica.

Rieff (2014) trabalhando com sistemas de plantio direto e convencional comentou a grande dependência do componente ácaro da mesofauna do solo em relação a disponibilidade e qualidade da matéria orgânica. A cobertura vegetal, ausência de revolvimento, matéria orgânica, maior proteção contra perdas de umidade do solo, são os fatores que podem estar contribuindo para a presença de maior quantidade de ácaros no plantio direto em relação ao convencional. O acúmulo de matéria orgânica proporcionado pelos diferentes sistemas de cultivo pode proporcionar um melhor habitat protegendo os micro-artrópodes das alterações climatológica no solo.

5 Conclusão

A partir dos resultados obtidos com o emprego do pastoreio Contínuo e do pastoreio rotativo Voisin sobre campo nativo, por um período e três anos de avaliação, foi possível concluir que:

a) o pastoreio Voisin permite aumentar a distribuição de dejeções bovinas por unidade de superfície pastoril;

b) o pH e a CTC do solo aumentam com o uso do pastoreio Voisin em relação ao Contínuo;

c) o pastoreio Voisin diminui os teores de Al e de H+Al em relação ao Contínuo a partir do segundo ano;

d) a matéria orgânica, assim como a disponibilidade de potássio, cálcio e magnésio do solo aumentam a partir do segundo ano do pastoreio Voisin, enquanto a disponibilidade do fósforo aumenta a partir do terceiro ano de utilização deste em relação ao Contínuo;

e) o pastoreio Voisin determina maiores teores de nitrogênio e carbono orgânico, enquanto que a relação carbono/nitrogênio diminui em relação ao pastoreio Contínuo.

f) nas áreas submetidas ao pastoreio Voisin as comunidades de ácaros e colêmbolos mais que duplicam num período de três anos:

g) ambos os sistemas de pastoreio utilizados não alteram substancialmente os índices de diversidade, uniformidade e similaridade das populações de ácaros e colêmbolos:

h) os teores de fósforo, potássio, cálcio e matéria orgânica aumentam onde a população de ácaros e colêmbolos é maior, condição encontrada no sistema de pastoreio Voisin:

i) o sistema de pastoreio Voisin confirma a hipótese inicial, atuando na melhoria das características químicas e biológicas do solo.

6 Considerações finais

Quando procuramos o Programa de Pós-Graduação em sistemas de Produção Agrícola Familiar para apresentarmos uma proposta de maior viabilização produtiva do pecuarista familiar, através da utilização do sistema de pastoreio Voisin, encontramos o respaldo científico e pessoal da professora Tânia Morselli.

Houve a confluência de ideias a partir do que conhecíamos do sistema, acreditando que o mesmo seria um eficiente processo de manejo sustentável, natural e biológico, de melhoria das condições ambientais de produção.

Por isso pretendíamos demonstrar, de forma abrangente, os efeitos do sistema Voisin no solo, na forragem e no gado.

Diante das respostas obtidas até agora, afirma-se a importância na continuidade do assunto como pesquisa no que se refere ao aproveitamento dos nutrientes gerados pelo sistema Voisin, visto que em três anos obteve-se resultados promissores, porém sem ter sido avaliada a composição nutricional da pastagem natural e a resposta animal.

A partir do exposto consideramos a importância do desenvolvimento de trabalhos que contemplem o estudo desses dois fatores, procurando utilizar experimento que empregue um ciclo completo de pastoreio Voisin, isso é, com todos os poteiros necessários, afim de que se complemente o efeito do sistema de pastoreio na cadeia de produção.

Referências

- ASSAD, M.L.L. Fauna do Solo. In; VARGAS, M. A .T.; HUNGRIA, M. (Ed.). *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.363-443.
- ABICHEQUER, A.D.; BICCA, A.M.O.; MEDEIROS, C.M.O. et al. Crescimento e distribuição de raízes de capim-annoni-2 e do campo nativo: vantagem competitiva do capim-annoni-2. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*,v.15, n.1, p.7-12, 2009.
- BEHAN-PELLETIER, V. M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 74, p. 411-423, 1999.
- BELLINI B. C.; ZEPPELINI, D. Registros da fauna de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 53, n.3, p. 386-390, 2009.
- BARETTA, D. *Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Tese de Doutorado). 2007. 158p.
- BARETTA, D.; FERREIRA, C. S.; SOUSA, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Colêmbolos (hexapoda: collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com Araucaria angustifolia, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.32, p. 2693-2699, 2008.
- BERTON C. T.; RICHTER E. M. *Referências Agroecológicas Pastoreio Racional Voisin (PRV)*. Nucleo de Pastoreio Racional Voisin – UFSC, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná, Curitiba, 2011.
- BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7.ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. *Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica*: Brasil. Brasília, 1998. 283 p.

CAMPOS, Aloísio Torres de. *Análise da viabilidade da reciclagem de dejetos de bovinos com tratamento biológico, em sistema intensivo de produção de leite*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 161p. Tese de Doutorado, 1997.

CARÁMBULA, M. Fertilización fosfatada: un insumo determinante del éxito en los suelos con restricciones de la Región Este. In: Seminario de Actualización Técnica: Fertilización Fosfatada de Pasturas en la Región Este, 2004, Montevideo, Uruguay. *Palestras...* Montevideo: INIA - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, 2004. 132p.

CARVALHO, E.J.M.; FIGUEIREDO, M.S. & COSTA, L.M. *Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo*. *Pesq. Agropec. Bras.*, 34:257-265, 1999.

CARVALHO P. C. F.; ANGHINONI I.; KUNRATH T. R.; MARTINS A. P.; COSTA S. E. V. G. A.; SILVA F. D.; ASSMANN J. M.; LOPES M. L. T.; PFEIFER F. M.; CONTE O.; SOUZA E. D. Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil. *Boletim Técnico Grupo de Pesquisa em Integração Lavoura-Pecuária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 2011. 60 p.

CASTRO, Selma Simões de. *Biota do solo*. Goiânia: LABOGEF - Universidade Federal de Goiás, 31p. Apostila, 2010.

COLEMAN, D. C.; GROSSLEY, D. A. *Fundamentals of soil ecology*. San Diego: Academic Press, 1995. 205p.

EMATER. *Programa Estadual de Pecuária Familiar*. Porto Alegre, RS: Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio. Disponível em: < <http://www.emater.tche.br/site/area/pecuaria.php> >. Acesso em 23 de outubro de 2014.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2006.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FEEDADOS. *Dados Anuais por Variáveis*. Centro de Informações Estatísticas do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: < http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/menu_consultas.asp?tp_Pesquisa=var_Anual >. Acesso em 23 de outubro de 2014.

FIGUEROA, Enrique A. *Efeito imediato e residual de esterco de ave poedeira em culturas de grãos*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 129p. Dissertação de Mestrado, 2008.

FINCHER, G.T., MONSON, W.G., BURTON, G.W. Effects of cattle feces rapidly buried by dung beetles on yield and quality of coastal bermudagrass. *Agronomy Journal*, v.3, p.775-79, 1981.

FOCHEZATTO, Adelar et al. *Fatores de crescimento das regiões do Rio Grande do Sul, 1990/2000: uma análise estrutural-diferencial*. In Anais do 2º Encontro de Economia Gaúcha, PUC-RS, Porto Alegre, 2004.

GASSEN, Dirceu. *Quanto é 1% M.O. solo*. Disponível em: <<https://pt-br.facebook.com/dirceu.gassen>>. Postado em 23 de maio de 2015. Acesso em 25 de maio de 2015.

GLIESSMAN, Stephen R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

HASENACK, Heinrich (Coord). Mapeamento da cobertura vegetal do bioma pampa no Rio Grande do Sul. *Jornal da Universidade*. Campos gaúchos estão ameaçados. Porto Alegre: UFRGS, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/biociencias/imagens/P%2005%20-%20Atualidade.pdf>>. Acesso em 23 de outubro de 2014.

HODGSON, J. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production*, v.44, p.99-104, 1984.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. DO S. V.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.22, n3, p 121-125, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Agricultura Familiar – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Primeiros Resultados*. Censo Agropecuário de 2006. Brasília, BR: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em 23 de outubro de 2014.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação Verde no Brasil*. Campinas, p.232-267. 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS – IBF. *Bioma pampa*. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/bioma-pampa.html>>. Acesso em 14 de julho de 2015.

JOCHIMS, Felipe. *Métodos de pastoreio e ofertas de forragem para otimização da utilização da pastagem nativa com ovinos*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. 242p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

JONES, C.G. Organisms as ecosystem engineers, *Oikos*, v.69, p.373-386, 1994

JOUQUET, P.; DAUBER, J.; LAGERLÖF, J.; LAVELLE, P.; LEPAGE, M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops, *Applied Soil Ecology*, v.32, p.153-164, 2006.

KHATOUNIAN, Carlos Armênio. *Os animais e a fertilidade do sistema*. Disponível em:

< http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Khatounian196_201.pdf >. Acesso em 18 de outubro de 2014.

KLAPP, Ernest. *Prados e pastagens*. 4ª ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 872p. 1971.

KLENK, Leila Aubrift. *Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem com pastoreio rotativo sob diferentes preparos orgânicos em condições subtropicais no sul do Brasil*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 54 p. Dissertação de Mestrado. 2010.

LAVELLE, P.; BIGNEL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S.. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers, *European Journal Soil Biology*, v. 33, p. 159-193, 1997.

LENZI, Alexandre. Fundamentos do pastoreio racional voisin. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 7(1): 82-94, 2012.

LINS, V. S.; SANTOS, H. R. ; GONÇALVES M. C. The effect of the glyphosate, 2,4-d, atrazine e nicosulfuron herbicides upon the edaphic collembola (arthropoda: ellipura) in a no tillage system. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 36, n. 2, p. 261-267, 2007.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. *INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO Conceitos e Aplicações*. Boletim Técnico nº 2. Associação Nacional para Difusão de Adubos. 2004.

MACEDO, Walfredo. Levantamento de reconhecimento dos solos do Município de Bagé. Bagé, EMBRAPA-UEPAE de Bagé, 1984. 69p. (EMBRAPA-UEPAE de Bagé. Documentos, 1). 1. Solos - Levantamento - Brasil- Rio Grande do Sul- Bagé. 2. Solos - Reconhecimento - Brasil - Rio Grande do Sul - Bagé. I. Título. II . Série.

MACHADO FILHO, Luiz Carlos Pinheiro. Conceituando o “tempo ótimo de repouso” em Pastoreio Racional Voisin. In Resumos do I Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens. *Cadernos de Agroecologia*, Vol 6 N.1, 2011

MALAVOLTA, Euripedes. *Manual de química agrícola: Adubos e adubação*. 3. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1981. 596p.

MARSH, R.; CAMPLING, R.C. Fouling of pastures by dung. *Herbage Abstracts*, v.40, n.2, p.123-130, 1970.

MELADO, Jurandir. Manejo Sustentável de Pastagens Pastoreio Racional Voisin - Pastagem Ecológica. *Fazenda Ecológica*, Cáceres, 2002.

MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N.C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. DE; ZANETTI, R. A et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da SBCS*, jan.-abr. 2009.

MERLIM, A. O.; GUERRA, J. G. M.; JUNQUEIRA, R. M.; AQUINO, A. M. Soil macrofauna in cover crops of figs grown under organic management. *Scientia Agricola*, v. 62, p. 57-61, 2005.

MIELITZ NETTO, Carlos Guilherme Adalberto. *Modernização e diferenciação na bovinocultura de corte brasileira*. Campinas, 1994. 224p. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

MILLOT, J. C., METHO., R., RISSO, D. *Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Consultoria: FUCREA. Montevideo, Uruguay. 1987. 195 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Campos Sulinos conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Secretaria de Biodiversidade e Florestas Departamento de Conservação da Biodiversidade, Brasília. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Pampa: Folder Pampa- Conhecimentos e Descobertas frente e verso*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa> >. Acesso em 14 de junho de 2015.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES E. F.; GAMA-RODRIGUES A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, p. 555-564, 2005.

MODESTO JÚNIOR, M. S., ALVES, R. N. B, SILVA, E. S. A. Produtividade de mandioca cultivada por agricultores familiares em áreas de mata de Paragominas, Pará. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém - PA, v. 6, n. 11, p. 179-190, 2010.

MOHR, Hanas; SCHOPFER, Peter. *Plant Physiology*. ed. Springer-Lehrbuch, New York, 1995. 629p.

MOREIRA, F.M.S. (Org.) ; HUISING, J. (Org.) ; BIGNELL, D.E. (Org.) . *Manual de Biologia dos Solos Tropicais Amostragem e Caracterização da Biodiversidade*. 1. ed. Lavras: UFLA, 2010. v. 1. 368p .

MORSELLI, Tânia Beatriz Gamboa Araújo. *Biologia do solo*. Pelotas: Ed. Universitária. UFPEL/PREC, 2009. 146p.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; SILVA, S. V.; SOLIGO, R. V. Study of

Acari and Collembolas population in four cultivation systems Dourados, MS. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 257- 263, 2002.

OLIVEIRA, A. R. *Efeito do Baculovirus anticarsia sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) na cultura da soja*. 1999. 69f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, C.M.; RESCK, D.V.; FRIZZAS, M.R. *Artrópodes edáficos: influência dos sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados (Boletim de pesquisa e desenvolvimento), 2006. 26 p

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO. *Técnicas de Maneio das Pastagens*. Disponível em;
< <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/pt/lead/toolbox/Tech/27PastMg.htm> > Acesso em 15 de junho de 2015.

PASCHOAL, A.D. *Fundamentos de zoologia agrícola e parasitologia: animais do meio rural e sua importância*. Piracicaba: DECALQ, 1996. 98p.

PICOLI, Luciana Raquel e SCHADELBACH, Carla Villanova (Coord.). *O PAMPA em disputa. A biodiversidade ameaçada pela expansão das monoculturas de árvores*. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra Brasil, julho de 2007.

PRADO, Hélio do. *Floculação, dispersão da fração argila x ponto de carga zero x manejo*. Disponível em:
< <http://www.pedologiafacil.com.br/enquetes/enq38.php> >. Acesso em 18 de junho 2015.

RIEFF, Gleidson Gimenes. *Monitoramento de ácaros e colêmbolos como potenciais indicadores biológicos de qualidade do solo*. Dissertação (Mestrado – Ciência do Solo), Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. 59p.

RIEFF, G.G., 2014. *Dinâmica dos ácaros e colêmbolos edáficos e seu potencial como bioindicadores da qualidade do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo*. 2014. 137f. Tese (Doutorado) – Programa de pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

RODRIGUES A. M.; CECATO U.; FUKUMOTO N. M.; GALBEIRO S.; SANTOS G. T.; BARBERO L. M. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.37, no.6, Viçosa, Junho 2008.

ROMERO, Nilo Ferreira. *Manejo fisiológico dos pastos nativos melhorados*. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1998. 110p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R.; BARNES, R. D. *Zoologia dos Invertebrados*. 7ª ed., Roca Ed., São Paulo. 2005. 1145 p.

SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C. Indicadores de qualidade do solo. XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Ribeirão Preto, julho, 2003.

SANTOS, Patricia Menezes. *Sistemas de pastejo rotacionado. 1. Divisão da área* Disponível em:

<<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/pastagens/sistemas-de-pastejo-rotacionado-1-divisao-da-area-18549/>> Acesso em 14 de junho de 2015

SILVA, R.F.; AQUINO, M.A.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p.697-704, 2006.

SILVA, J.; CASALINHO, H.; VERONA, L.; SCHWENGBER, J. Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v. 2 n. 2, p. 539- 542, 2007.

SIQUEIRA, C. *Proposta sobre o manejo e uso do esterco no sistema intensivo de produção de leite da EMBRAPA-CNPGL*. Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL (Relatório). 1991. 4p.

SEASTEDT, T.R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology*, London, v.29, p.25- 46, 1984.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2.ed. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

UHLIG, V. M. *Caracterização da mesofauna edáfica em áreas de regeneração natural da floresta ombrófila densa submontana, no município de Antonina, Paraná*. 2005. 112f. Dissertação (Mestrado - Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VAN RAIJ, B. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991. 343p.

VOISIN, André. *Produtividade do pasto*. São Paulo: Mestre Jou. 1974.

VOISIN, Andre. *Dinâmica das pastagens*. São Paulo: Mestre Jou, 1975. 406p.

VOISIN, A.; LECOMTE, A. *A vaca e seu pasto*. São Paulo: Ed. Mestre Jou, 1973. 103p.

ZOZ, T.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F.; FEY, R. Influência do pH do solo e de fertilizantes fosfatados sobre a adsorção de fósforo em latossolo vermelho. Pato Branco. *Synergismus scyentifica*, v.4, n.1, p.1-4, 2009.

Apêndices

Apêndice A – Estaca demarcadora para coleta de amostras



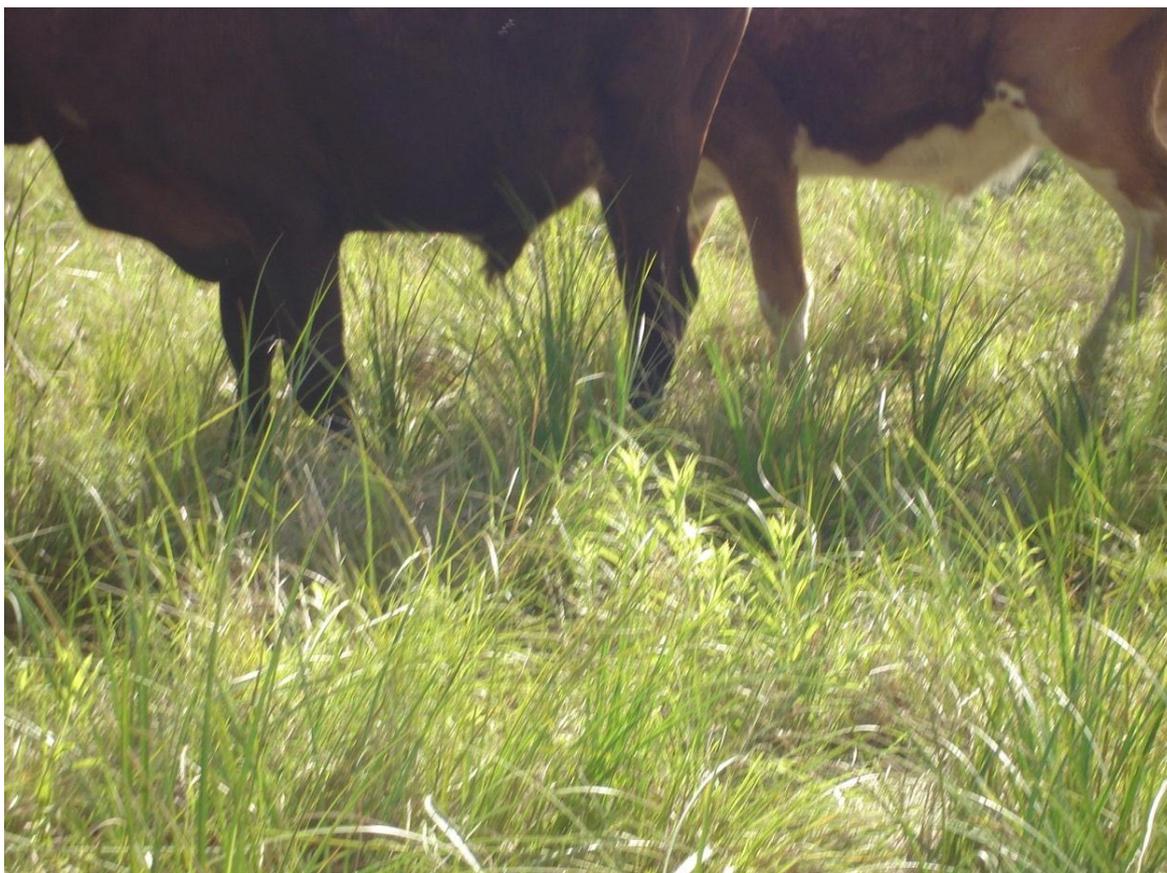
Apêndice B – Determinação da disponibilidade forrageira



Apêndice C- Biotipo bovino utilizado no experimento.



**ApêndiceD D – Altura da pastagem para entrada dos animais no pastoreio
Voisin**



Apêndice E – Bebedouros dentro dos poteiros Voisin



Apêndice F – Área demarcada para recolhimento de esterco.



Apêndice G – Recolhimento de esterco e processamento em laboratório.



Apêndice H – Bateria de Funis de Tulgreen



Apêndice I – Armadilha de Tretzel



Apêndice J – Cilindros de coleta de solo para mesofauna



Apêndice K – Parcagem



Apêndice L – Planilha de contagem de ácaros e colêmbolos

| PRIMEIRA COLETA - 17/08/11 | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|--|
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 16 | 11 | 6 | 19 | 6 | 5 | 16 | 12 | 13 | 7 | 13 | 8 | 11 | |
| ACAROS | 1 | 7 | 4 | 6 | 1 | 2 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2,416667 | |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 20 | 43 | 25 | 31 | 15 | 18 | 44 | 13 | 19 | 7 | 13 | 3 | 20,91667 | |
| COLEMBOLOS | 7 | 13 | 8 | 12 | 4 | 4 | 17 | 6 | 7 | 2 | 4 | 26 | 9,166667 | |
| total colêmbolos | 23 | 24 | 14 | 31 | 10 | 9 | 33 | 18 | 20 | 9 | 17 | 34 | 20,16667 | |
| total ácaros | 21 | 50 | 29 | 37 | 16 | 20 | 44 | 17 | 21 | 8 | 13 | 4 | 23,33333 | |
| SEGUNDA COLETA - 21/12/11 | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 21 | 10 | 10 | 19 | 15 | 17 | 23 | 9 | 13 | 9 | 11 | 12 | 14,08333 | |
| ACAROS | 3 | 1 | 2 | 7 | 4 | 3 | 8 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3,583333 | |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 17 | 7 | 12 | 13 | 7 | 15 | 9 | 11 | 9 | 13 | 7 | 13 | 11,08333 | |
| COLEMBOLOS | 6 | 1 | 3 | 1 | 5 | 11 | 6 | 7 | 2 | 8 | 1 | 5 | 4,666667 | |
| total colêmbolos | 27 | 11 | 13 | 20 | 20 | 28 | 29 | 16 | 15 | 17 | 12 | 17 | 18,75 | |
| total ácaros | 20 | 8 | 14 | 20 | 11 | 18 | 17 | 14 | 13 | 16 | 9 | 16 | 14,66667 | |
| TERCEIRA COLETA - 09/03/12 | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 12 | 7 | 16 | 13 | 13 | 13 | 10 | 16 | 21 | 7 | 5 | 15 | 12,33333 | |
| ACAROS | 4 | 2 | 5 | 1 | 4 | 2 | 8 | 5 | 6 | 7 | 0 | 2 | 3,833333 | |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 6 | 26 | 10 | 9 | 22 | 6 | 3 | 39 | 24 | 19 | 13 | 10 | 15,58333 | |
| COLEMBOLOS | 7 | 5 | 1 | 4 | 10 | 5 | 0 | 11 | 23 | 2 | 10 | 13 | 7,583333 | |
| total colêmbolos | 19 | 12 | 17 | 17 | 23 | 18 | 10 | 27 | 44 | 9 | 15 | 28 | 19,91667 | |
| total ácaros | 10 | 28 | 15 | 10 | 26 | 8 | 11 | 44 | 30 | 26 | 13 | 12 | 19,41667 | |
| QUARTA COLETA - 18/07/12 | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 16 | 13 | 6 | 2 | 2 | 4 | 4 | 9 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | |
| ACAROS | 11 | 2 | 6 | 4 | 1 | 2 | 6 | 2 | 4 | 1 | 1 | 5 | 3,75 | |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 6 | 16 | 9 | 12 | 6 | 3 | 8 | 16 | 4 | 3 | 14 | 11 | 9 | |
| COLEMBOLOS | 5 | 7 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | 3,583333 | |
| total colêmbolos | 21 | 20 | 9 | 5 | 6 | 6 | 7 | 11 | 3 | 3 | 6 | 6 | 8,583333 | |
| total ácaros | 17 | 18 | 15 | 16 | 7 | 5 | 14 | 18 | 8 | 4 | 15 | 16 | 12,75 | |
| QUINTA COLETA - 10/11/12 | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 13 | 1 | 11 | 9 | 5 | 23 | 12 | 16 | 14 | 12 | 2 | 6 | 10,33333 | |
| ACAROS | 8 | 2 | 6 | 3 | 9 | 7 | 4 | 3 | 9 | 6 | 0 | 1 | 4,833333 | |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 8 | 9 | 4 | 7 | 12 | 9 | 7 | 5 | 5 | 9 | 10 | 8 | 7,75 | |
| COLEMBOLOS | 7 | 6 | 4 | 10 | 5 | 0 | 2 | 4 | 5 | 3 | 6 | 7 | 4,916667 | |
| total colêmbolos | 20 | 7 | 15 | 19 | 10 | 23 | 14 | 20 | 19 | 15 | 8 | 13 | 15,25 | |
| total ácaros | 16 | 11 | 10 | 10 | 21 | 16 | 11 | 8 | 14 | 15 | 10 | 9 | 12,58333 | |
| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | | |
| COLEMBOLOS | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 15 | 7 | 10 | 16 | 14 | 7 | 12 | 10 | 7 | 17 | 9 | 12 | 11,33333 | |
| ACAROS | 1 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1,583333 | |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 25 | 22 | 19 | 21 | 26 | 29 | 24 | 15 | 21 | 12 | 18 | 20 | 21 | |
| COLEMBOLOS | 10 | 11 | 10 | 7 | 13 | 13 | 15 | 5 | 7 | 8 | 7 | 5 | 9,25 | |
| total colêmbolos | 25 | 18 | 20 | 23 | 27 | 20 | 27 | 15 | 14 | 25 | 16 | 17 | 20,58333 | |
| total ácaros | 26 | 24 | 19 | 23 | 29 | 31 | 25 | 17 | 22 | 14 | 18 | 23 | 22,58333 | |
| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | | |
| COLEMBOLOS | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 12 | 33 | 14 | 17 | 20 | 61 | 14 | 26 | 38 | 9 | 7 | 26 | 23,08333 | |
| ACAROS | 13 | 2 | 8 | 12 | 11 | 8 | 31 | 3 | 0 | 2 | 7 | 8 | 8,333333 | |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 4 | 11 | 14 | 9 | 10 | 10 | 12 | 8 | 15 | 8 | 32 | 9 | 11,83333 | |
| COLEMBOLOS | 1 | 3 | 11 | 13 | 1 | 6 | 3 | 10 | 2 | 5 | 5 | 2 | 5,166667 | |
| total colêmbolos | 13 | 36 | 25 | 30 | 21 | 67 | 17 | 36 | 40 | 14 | 12 | 28 | 28,25 | |
| total ácaros | 17 | 13 | 17 | 17 | 22 | 21 | 20 | 39 | 18 | 8 | 34 | 16 | 20,16667 | |
| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | | |
| COLEMBOLOS | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 23 | 15 | 21 | 12 | 18 | 25 | 11 | 20 | 19 | 21 | 21 | 37 | 20,25 | |
| ACAROS | 17 | 8 | 2 | 9 | 4 | 17 | 5 | 5 | 6 | 10 | 5 | 4 | 7,666667 | |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 22 | 14 | 10 | 14 | 14 | 20 | 10 | 25 | 30 | 18 | 14 | 15 | 17,16667 | |
| COLEMBOLOS | 13 | 23 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 10 | 3 | 2 | 3 | 12 | 7,25 | |
| total colêmbolos | 36 | 38 | 26 | 17 | 22 | 29 | 14 | 30 | 22 | 23 | 24 | 49 | 27,5 | |
| total ácaros | 39 | 22 | 12 | 23 | 18 | 37 | 15 | 30 | 36 | 28 | 19 | 19 | 24,83333 | |
| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | | |
| COLEMBOLOS | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 16 | 2 | 8 | 17 | 23 | 10 | 17 | 19 | 13 | 11 | 15 | 16 | 13,91667 | |
| ACAROS | 6 | 1 | 6 | 7 | 18 | 4 | 10 | 12 | 2 | 3 | 9 | 6 | 7 | |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 11 | 21 | 12 | 15 | 11 | 22 | 27 | 16 | 24 | 3 | 9 | 16 | 15,58333 | |
| COLEMBOLOS | 11 | 1 | 2 | 1 | 4 | 8 | 13 | 12 | 6 | 1 | 5 | 3 | 5,583333 | |
| total colêmbolos | 27 | 3 | 10 | 18 | 27 | 18 | 30 | 31 | 19 | 12 | 20 | 19 | 19,5 | |
| total ácaros | 17 | 22 | 18 | 22 | 29 | 26 | 37 | 28 | 26 | 6 | 18 | 22 | 22,58333 | |
| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | | |
| COLEMBOLOS | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 14 | 18 | 34 | 18 | 16 | 14 | 27 | 22 | 25 | 24 | 14 | 26 | 21 | |
| ACAROS | 4 | 5 | 11 | 6 | 5 | 10 | 6 | 11 | 10 | 7 | 6 | 13 | 7,833333 | |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| ACAROS | 18 | 17 | 24 | 23 | 25 | 14 | 12 | 19 | 24 | 27 | 12 | 20 | 17,16667 | |
| COLEMBOLOS | 10 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 3 | 7 | 11 | 9 | 6 | 7 | 6,75 | |
| total colêmbolos | 24 | 24 | 39 | 23 | 22 | 20 | 30 | 29 | 36 | 33 | 20 | 33 | 27,75 | |
| total ácaros | 22 | 22 | 35 | 29 | 30 | 24 | 18 | 30 | 34 | 34 | 18 | 33 | 27,41667 | |

Continua

..... continuação.

| SEXTA COLETA - 28/02/13 | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| COLEMBOLOS | 10 | 12 | 7 | 5 | 6 | 5 | 14 | 12 | 8 | 7 | 9 | 9 | 8,666667 |
| ACAROS | 5 | 8 | 4 | 0 | 3 | 2 | 7 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3,583333 |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| ACAROS | 8 | 12 | 9 | 13 | 7 | 12 | 8 | 9 | 11 | 12 | 6 | 10 | 9,75 |
| COLEMBOLOS | 9 | 7 | 2 | 4 | 6 | 5 | 3 | 8 | 3 | 6 | 7 | 5 | 5,416667 |
| total colêmbolos | 19 | 19 | 9 | 9 | 12 | 10 | 17 | 20 | 11 | 13 | 16 | 14 | 14,08333 |
| total ácaros | 13 | 20 | 13 | 13 | 10 | 14 | 15 | 11 | 14 | 16 | 9 | 12 | 13,33333 |

| SETIMA COLETA - 26/07/13 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| COLEMBOLOS | 5 | 6 | 8 | 7 | 9 | 6 | 4 | 9 | 4 | 5 | 9 | 6 | 6,5 |
| ACAROS | 2 | 4 | 2 | 8 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3,083333 |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| ACAROS | 11 | 7 | 5 | 11 | 12 | 7 | 5 | 5 | 7 | 11 | 5 | 8 | 7,833333 |
| COLEMBOLOS | 1 | 3 | 2 | 2 | 5 | 3 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 | 3 | 2,916667 |
| total colêmbolos | 6 | 9 | 10 | 9 | 14 | 9 | 6 | 12 | 9 | 9 | 11 | 9 | 9,416667 |
| total ácaros | 13 | 11 | 7 | 19 | 15 | 9 | 8 | 8 | 9 | 12 | 9 | 11 | 10,91667 |

| OITAVA COLETA - 04/11/13 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| TRAMPA = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| COLEMBOLOS | 23 | 8 | 3 | 4 | 5 | 4 | 13 | 10 | 8 | 3 | 4 | 5 | 7,5 |
| ACAROS | 4 | 13 | 3 | 1 | 3 | 2 | 7 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3,5 |
| FUNIL = CONTINUO | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| ACAROS | 6 | 13 | 7 | 6 | 8 | 6 | 7 | 6 | 19 | 9 | 11 | 13 | 9,25 |
| COLEMBOLOS | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | 3,416667 |
| total colêmbolos | 26 | 11 | 5 | 8 | 8 | 8 | 16 | 14 | 13 | 5 | 7 | 10 | 10,91667 |
| total ácaros | 10 | 26 | 10 | 7 | 11 | 8 | 14 | 7 | 22 | 10 | 12 | 16 | 12,75 |

| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 31 | 16 | 22 | 17 | 25 | 25 | 20 | 21 | 27 | 22 | 24 | 33 | 23,58333 |
| ACAROS | 5 | 5 | 6 | 6 | 3 | 12 | 5 | 8 | 8 | 6 | 5 | 7 | 6,333333 |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| ACAROS | 26 | 17 | 29 | 22 | 12 | 16 | 38 | 17 | 16 | 19 | 15 | 20 | 20,58333 |
| COLEMBOLOS | 6 | 7 | 8 | 7 | 7 | 4 | 9 | 7 | 5 | 7 | 5 | 6 | 6,5 |
| total colêmbolos | 37 | 23 | 30 | 24 | 32 | 29 | 29 | 28 | 32 | 29 | 29 | 39 | 30,08333 |
| total ácaros | 31 | 22 | 35 | 28 | 15 | 28 | 43 | 25 | 24 | 25 | 20 | 27 | 26,91667 |

| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 15 | 17 | 14 | 20 | 18 | 14 | 18 | 15 | 18 | 15 | 17 | 27 | 17,33333 |
| ACAROS | 9 | 6 | 6 | 7 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | 3 | 5,416667 |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| ACAROS | 16 | 18 | 22 | 23 | 20 | 19 | 17 | 21 | 28 | 21 | 10 | 17 | 19,33333 |
| COLEMBOLOS | 6 | 4 | 3 | 3 | 6 | 4 | 2 | 5 | 6 | 10 | 4 | 4 | 4,75 |
| total colêmbolos | 21 | 21 | 17 | 23 | 24 | 18 | 20 | 20 | 24 | 25 | 21 | 31 | 22,08333 |
| total ácaros | 25 | 24 | 28 | 30 | 24 | 23 | 22 | 27 | 33 | 25 | 16 | 20 | 24,75 |

| TRAMPA = VOISIN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | | |
| COLEMBOLOS | 22 | 27 | 32 | 23 | 20 | 21 | 18 | 23 | 19 | 18 | 17 | 25 | 22,08333 |
| ACAROS | 8 | 8 | 10 | 6 | 7 | 7 | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | 8 | 6,666667 |
| FUNIL = VOISIN | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3A | 3B | 3C | 3D | |
| ACAROS | 14 | 29 | 19 | 26 | 21 | 25 | 20 | 25 | 22 | 30 | 25 | 24 | 23,33333 |
| COLEMBOLOS | 5 | 9 | 6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 | 7 | 5,5 |
| total colêmbolos | 27 | 36 | 38 | 27 | 24 | 26 | 23 | 27 | 25 | 23 | 23 | 32 | 27,58333 |
| total ácaros | 22 | 37 | 29 | 32 | 28 | 32 | 25 | 31 | 27 | 34 | 31 | 32 | 30 |

Apêndice M – Exemplificação da análise estatística para colêmbolos (época 1).



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Depto. Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural

[voltar](#)



| | | | |
|-------------|--|-------------------|---|
| Projeto | TESE - Colêmbolos na época: 17/08/2011 | Tratamentos | 2 |
| Interessado | Derli João Siqueira da Silva | Blocos | 3 |
| Variável | nº de Colêmbolos | Nº repet/bloco | 4 |
| | | Parcelas perdidas | 0 |

| Análise de variância | Delineam.: Blocos com repetições | | | | |
|----------------------|----------------------------------|----------|-------|------|----------|
| Causas | GL | SQ | QM | F | Prob{>F} |
| Blocos | 2 | 78,25 | 39,13 | 0,53 | 0,5991 |
| Tratamentos | 1 | 35,04 | 35,04 | 0,47 | 0,5005 |
| Resíduo | 20 | 1 488,33 | 74,42 | | |
| Total | 23 | 1 601,63 | | | |

Nível de significância: **: 1%; *: 5%.

| | |
|--------------------------------|-------|
| Média geral | 21,38 |
| Desvio-padrão | 8,63 |
| Diferença mínima significativa | 7,35 |
| Coefficiente de variação % | 40,36 |

Teste de Tukey a 5%

| Tratamentos | Médias Signif |
|--------------|---------------|
| Voisin | 22,58 a |
| Campo Nativo | 20,17 a |

Obs.: letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Apêndice N – Exemplificação da análise estatística para ácaros (época 1).



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Depto. Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural

[voltar](#)



| | | | |
|-------------|------------------------------------|-------------------|---|
| Projeto | TESE - ácaros na época: 17/08/2011 | Tratamentos | 2 |
| Interessado | Derli João Siqueira da Silva | Blocos | 3 |
| Variável | nº de ácaros | Nº repet/bloco | 4 |
| | | Parcelas perdidas | 0 |

| Análise de variância | | Delineam.: Blocos com repetições | | | |
|----------------------|----|----------------------------------|--------|------|----------|
| Causas | GL | SQ | QM | F | Prob{>F} |
| Blocos | 2 | 746,33 | 373,17 | 4,36 | 0,0269 * |
| Tratamentos | 1 | 3,38 | 3,38 | 0,04 | 0,8447 |
| Resíduo | 20 | 1 713,25 | 85,66 | | |
| Total | 23 | 2 462,96 | | | |

Nível de significância: **: 1%; *: 5%.

| | |
|--------------------------------|-------|
| Média geral | 22,96 |
| Desvio-padrão | 9,26 |
| Diferença mínima significativa | 7,88 |
| Coeficiente de variação % | 40,31 |

Teste de Tukey a 5%

| Tratamentos | Médias Signif |
|--------------|---------------|
| Campo Nativo | 23,33 a |
| Voisin | 22,58 a |

Obs.: letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Apêndice O – Umidade gravimétrica do solo de todas as parcelas durante o período experimental

| | Valores da umidade gravimétrica do solo (%) nas parcelas | | | | | | | |
|-------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | época 1 | época 2 | época 3 | época 4 | época 5 | época 6 | época 7 | época 8 |
| bl 1 parc a | 31,07219 | 6,065033 | 15,49494 | 11,88523 | 34,92484 | 26,83118 | 9,412749 | 32,34042 |
| bl 1 parc b | 29,42952 | 7,327245 | 13,95932 | 10,51926 | 32,61814 | 22,46265 | 9,307274 | 32,16745 |
| bl 1 parc c | 32,43871 | 6,264799 | 15,56981 | 12,72128 | 32,63674 | 23,49252 | 8,806304 | 30,26948 |
| bl 1 parc d | 29,98983 | 6,755448 | 14,17323 | 10,37536 | 32,89361 | 22,8972 | 9,594325 | 32,20416 |
| bl 2 parc a | 32,62956 | 4,588754 | 13,16327 | 13,42221 | 30,74252 | 22,84547 | 8,594593 | 31,62314 |
| bl 2 parc b | 29,41148 | 6,582152 | 15,12823 | 11,68354 | 31,59938 | 25,96361 | 9,54779 | 31,49788 |
| bl 2 parc c | 30,62591 | 7,015946 | 14,23067 | 12,5592 | 30,88006 | 24,00963 | 8,035261 | 28,78056 |
| bl 2 parc d | 29,57331 | 6,295874 | 14,97611 | 12,30755 | 32,03095 | 24,26017 | 8,897046 | 30,89594 |
| bl 3 parc a | 32,75964 | 5,689549 | 15,84562 | 10,58219 | 30,66524 | 25,12473 | 8,738017 | 30,4597 |
| bl 3 parc b | 30,53608 | 4,562876 | 14,67675 | 11,44795 | 31,0497 | 26,12541 | 9,566909 | 31,9598 |
| bl 3 parc c | 32,05962 | 4,593813 | 15,08568 | 10,45057 | 30,70337 | 25,67626 | 7,47315 | 32,03938 |
| bl 3 parc d | 31,79167 | 6,691108 | 12,91552 | 10,72324 | 32,19046 | 25,97057 | 9,262197 | 32,03364 |
| bl 1 parc a | 29,39012 | 5,630294 | 14,96547 | 9,008228 | 34,01276 | 23,9019 | 9,892709 | 30,65797 |
| bl 1 parc b | 30,93307 | 6,12428 | 15,69738 | 12,64766 | 31,36883 | 24,1451 | 9,088637 | 32,52748 |
| bl 1 parc c | 30,67865 | 6,011447 | 14,44609 | 9,50816 | 32,17871 | 25,37805 | 9,202801 | 32,68768 |
| bl 1 parc d | 30,09932 | 4,62349 | 13,47194 | 11,53706 | 34,68639 | 26,29601 | 9,328289 | 30,04226 |
| bl 2 parc a | 29,28187 | 6,498299 | 13,21486 | 12,71643 | 30,95541 | 24,16485 | 6,760482 | 29,73323 |
| bl 2 parc b | 32,0587 | 6,440734 | 14,42156 | 12,18606 | 31,56889 | 24,51043 | 10,13187 | 32,09342 |
| bl 2 parc c | 29,47066 | 3,93392 | 15,10542 | 13,37216 | 32,03194 | 23,26456 | 8,171242 | 30,60139 |
| bl 2 parc d | 31,94237 | 7,425134 | 13,98644 | 10,45666 | 31,76538 | 23,83286 | 9,964108 | 31,59427 |
| bl 3 parc a | 30,64355 | 6,43408 | 15,11082 | 12,50848 | 33,29437 | 23,90837 | 9,861476 | 31,02185 |
| bl 3 parc b | 30,71352 | 7,418342 | 14,32984 | 12,8683 | 32,4631 | 23,63424 | 8,774925 | 31,6292 |
| bl 3 parc c | 29,55688 | 7,595845 | 15,21662 | 11,05938 | 32,26112 | 25,39793 | 7,405314 | 31,60867 |
| bl 3 parc d | 32,37233 | 5,003642 | 15,24015 | 11,14993 | 31,68281 | 24,51715 | 10,60259 | 32,23723 |
| | 30,81077 | 6,065504 | 14,60107 | 11,57067 | 32,13353 | 24,52545 | 9,017502 | 31,36276 |

Apêndice P – Planilha das análises de solo de todas as parcelas durante o período experimental

| pastoreio contínuo | | | | | | | | | | | | | | pastoreio Voisin | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|--------|----------|------------------|----------|------|-----------|------------|-------------|-----|---------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|------|----------|------------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|------------|-------------|-----|--|
| 1ª coleta | | | | | | | | | | | | | | 1ª coleta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 08 2011 | | | | | | | | | | | | | | 17 08 2011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| amostra | ph | ca | mg | al | h-val | ctc | sat. | al | sat. bases | smp | % m o | argila | textura | p | ctc | k | na | N tot g/Kg | C org. g/Kg | C/N | amostra | ph | ca | mg | al | h-val | ctc | sat. | al | sat. bases | smp | % m o | argila | textura | p | ctc | k | na | N tot g/Kg | C org. g/Kg | C/N | |
| 1a | 5 | 17,1 | 7,7 | 0,7 | 10,9 | 25 | 3 | 70 | 5,2 | 3 | 39 | 3 | 6,1 | 36,1 | 151 | 23 | 1,5151515 | 17,4013921 | | | 1a | 4,9 | 17,7 | 6,1 | 0,4 | 9,7 | 24,6 | 2 | 71 | 5,3 | 4,3 | 35 | 3 | 2,5 | 33,9 | 165 | 26 | 2,047619 | 16,82135 | | | |
| 1b | 5 | 16,2 | 9 | 0,3 | 8,7 | 25 | 1 | 75 | 5,4 | 3,2 | 38 | 3 | 4,3 | 34,4 | 186 | 45 | 1,6161616 | 18,5614849 | | | 1b | 4,8 | 14,3 | 7,3 | 0,3 | 8,7 | 22,4 | 1 | 72 | 5,4 | 3,7 | 32 | 3 | 8,6 | 30,8 | 188 | 37 | 1,761905 | 21,46172 | | | |
| 1c | 4,9 | 16,8 | 7,2 | 0,6 | 9,7 | 25 | 2 | 72 | 5,3 | 3,5 | 34 | 3 | 5,1 | 34,1 | 159 | 20 | 1,7676768 | 20,3016241 | | | 1c | 4,9 | 15,3 | 7,4 | 0,5 | 9,7 | 23,6 | 2 | 70 | 5,3 | 3 | 38 | 3 | 2,5 | 32,8 | 162 | 26 | 1,428571 | 17,40139 | | | |
| 1d | 4,6 | 8,9 | 3,9 | 0,5 | 9,7 | 13,8 | 4 | 58 | 5,3 | 3,7 | 24 | 3 | 8,1 | 23 | 181 | 12 | 1,8688869 | 21,4617169 | | | 1d | 4,7 | 9,5 | 4,2 | 0,4 | 8,7 | 14,6 | 3 | 62 | 5,4 | 3,3 | 26 | 3 | 8 | 22,9 | 192 | 25 | 1,571429 | 19,14153 | | | |
| 2a | 4,9 | 12,3 | 6,3 | 0,8 | 13,7 | 19,7 | 4 | 58 | 5 | 2,6 | 39 | 3 | 3,1 | 32,6 | 112 | 52 | 1,3131313 | 15,0812065 | | | 2a | 4,6 | 11,2 | 5,9 | 0,8 | 12,3 | 18,3 | 4 | 59 | 5,1 | 3 | 33 | 3 | 4,3 | 29,8 | 143 | 52 | 1,428571 | 17,40139 | | | |
| 2b | 5,1 | 16 | 8,6 | 0,6 | 9,7 | 25,6 | 2 | 72 | 5,3 | 3 | 38 | 3 | 3,7 | 34,7 | 174 | 22 | 1,5151515 | 17,4013921 | | | 2b | 5,1 | 17,4 | 11,7 | 0,5 | 10,9 | 30,1 | 2 | 73 | 5,2 | 3,6 | 40 | 3 | 2,5 | 40,5 | 160 | 26 | 1,74286 | 20,88167 | | | |
| 2c | 5 | 16,1 | 8,6 | 0,4 | 9,7 | 25,6 | 2 | 72 | 5,3 | 3,3 | 35 | 3 | 4,9 | 34,9 | 187 | 39 | 1,6666667 | 19,1415313 | | | 2c | 4,8 | 23 | 6,9 | 0,2 | 10,9 | 30,6 | 1 | 74 | 5,2 | 3 | 38 | 3 | 4,3 | 41,3 | 181 | 34 | 1,428571 | 17,40139 | | | |
| 2d | 5 | 13,4 | 5,3 | 0,7 | 9,7 | 19,8 | 4 | 66 | 5,3 | 3 | 34 | 3 | 3,1 | 28,8 | 163 | 23 | 1,5151515 | 17,4013921 | | | 2d | 5,2 | 16,8 | 5,9 | 0,3 | 8,7 | 23,4 | 1 | 73 | 5,4 | 2,9 | 36 | 3 | 2,5 | 31,8 | 164 | 27 | 1,380952 | 16,82135 | | | |
| 3a | 4,9 | 13 | 7,2 | 0,8 | 10,9 | 21,4 | 4 | 65 | 5,2 | 3,5 | 40 | 3 | 3,1 | 31,5 | 137 | 48 | 1,7676768 | 20,3016241 | | | 3a | 4,8 | 12,4 | 7,1 | 0,7 | 10,9 | 20,6 | 3 | 65 | 5,2 | 3,3 | 36 | 3 | 7,4 | 30,8 | 158 | 47 | 1,571429 | 19,14153 | | | |
| 3b | 5 | 18,1 | 9,8 | 1 | 10,9 | 29,4 | 3 | 72 | 5,2 | 3,5 | 40 | 3 | 2,5 | 39,3 | 176 | 36 | 1,7676768 | 20,3016241 | | | 3b | 5 | 17 | 9,5 | 1,1 | 12,3 | 28 | 4 | 69 | 5,1 | 3,2 | 40 | 3 | 2,5 | 39,2 | 163 | 37 | 1,52381 | 18,56148 | | | |
| 3c | 4,4 | 12,9 | 7,5 | 1,6 | 13,7 | 22,4 | 7 | 60 | 5 | 3 | 36 | 3 | 4,9 | 34,5 | 143 | 31 | 1,5151515 | 17,4013921 | | | 3c | 4,5 | 13,9 | 9,4 | 1,4 | 13,7 | 25,1 | 6 | 63 | 5 | 2,5 | 34 | 3 | 4,9 | 37,4 | 160 | 47 | 1,90476 | 14,50116 | | | |
| 3d | 5,1 | 23,1 | 6,9 | 0,2 | 6,2 | 30,8 | 1 | 83 | 5,7 | 4,1 | 34 | 3 | 5,5 | 36,8 | 231 | 27 | 2,0707071 | 23,7819026 | | | 3d | 5,1 | 15,8 | 7,2 | 0,9 | 6,9 | 24,7 | 4 | 77 | 5,6 | 4,3 | 34 | 3 | 4,9 | 30,7 | 180 | 32 | 2,047619 | 24,942 | | | |
| média | 4,908333 | 15,325 | 7,333333 | 0,683333 | 10,29167 | 23,78333 | 3,083333 | 68,58333 | 5,266667 | 3,283333 | 35,91667 | 3 | 4,533333 | 33,39167 | 166,6667 | 31,5 | 1,6582492 | 19,0448569 | 11,48492 | | média | 4,866667 | 15,35833 | 7,383333 | 0,625 | 10,28333 | 23,83333 | 2,75 | 69 | 5,266667 | 3,341667 | 35,16667 | 3 | 4,575 | 33,49167 | 168 | 34,66667 | 1,59127 | 19,38 | 12,17895 | | |
| 32,83 | | | | | | | | | | | | | | 33,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2ª coleta | | | | | | | | | | | | | | 2ª coleta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 12 2011 | | | | | | | | | | | | | | 21 12 2011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| amostra | ph | ca | mg | al | h-val | ctc | sat. | al | sat. bases | smp | % m o | argila | textura | p | ctc | k | na | N tot g/Kg | C org. g/Kg | C/N | amostra | ph | ca | mg | al | h-val | ctc | sat. | al | sat. bases | smp | % m o | argila | textura | p | ctc | k | na | N tot g/Kg | C org. g/Kg | C/N | |
| 1a | 4,7 | 10,5 | 5,1 | 0,9 | 9,7 | 16,7 | 5 | 56 | 5,1 | 2,9 | 34 | 3 | 3,1 | 28,1 | 92 | 54 | 1,4243615 | 16,8213457 | | | 1a | 4,4 | 8,8 | 4,1 | 0,8 | 12,3 | 13,9 | 6 | 58 | 5,3 | 2,9 | 35 | 3 | 5 | 22,8 | 96 | 38 | 1,374408 | 16,82135 | | | |
| 1b | 4,8 | 7,5 | 2,1 | 0,6 | 6,9 | 10,4 | 6 | 56 | 5,5 | 2,6 | 25 | 3 | 6,8 | 17,5 | 82 | 9 | 1,2770138 | 15,0812065 | | | 1b | 5,2 | 7,8 | 2,7 | 0,4 | 7,7 | 11,2 | 4 | 61 | 5,6 | 3,2 | 22 | 3 | 5 | 17,7 | 120 | 10 | 1,516588 | 18,56148 | | | |
| 1c | 4,5 | 6,7 | 2,4 | 0,9 | 15,4 | 10,2 | 9 | 51 | 5,4 | 2,8 | 25 | 3 | 3,7 | 18 | 63 | 12 | 1,3752456 | 16,2412993 | | | 1c | 4,9 | 8,3 | 4,6 | 1,1 | 8,7 | 14,5 | 8 | 46 | 4,9 | 2,8 | 33 | 3 | 2,5 | 28,6 | 106 | 45 | 1,327014 | 16,2413 | | | |
| 1d | 5 | 8,1 | 2,1 | 0,2 | 6,9 | 10,7 | 2 | 55 | 5,4 | 3,3 | 24 | 3 | 6,2 | 19,2 | 112 | 5 | 1,6208251 | 19,1415313 | | | 1d | 4,6 | 9,8 | 4,7 | 0,6 | 8,7 | 15,3 | 4 | 69 | 5,6 | 2,8 | 27 | 3 | 6,2 | 21,8 | 172 | 11 | 1,327014 | 16,2413 | | | |
| 2a | 4,9 | 17,2 | 9,5 | 1,3 | 15,4 | 28,4 | 5 | 66 | 5 | 2,9 | 39 | 3 | 5 | 40,8 | 156 | 39 | 1,4243615 | 16,8213457 | | | 2a | 5,1 | 10,1 | 5 | 0,6 | 10,7 | 15,9 | 4 | 50 | 4,9 | 3,2 | 33 | 3 | 6,8 | 30,7 | 88 | 40 | 1,516588 | 18,56148 | | | |
| 2b | 4,4 | 7,2 | 3,1 | 0,8 | 8,7 | 11,4 | 7 | 58 | 5,5 | 3,6 | 30 | 3 | 9,9 | 18,3 | 110 | 28 | 1,7681729 | 20,8816705 | | | 2b | 4,9 | 10,3 | 5,6 | 0,9 | 7,7 | 17 | 5 | 65 | 5,4 | 2,5 | 35 | 3 | 1,9 | 24,8 | 96 | 51 | 1,484834 | 14,50116 | | | |
| 2c | 4,7 | 11 | 5,6 | 1,3 | 15,4 | 18,2 | 7 | 61 | 5,2 | 3,2 | 35 | 3 | 3,7 | 27,8 | 116 | 32 | 1,5717092 | 18,5614849 | | | 2c | 4,8 | 17,2 | 9,9 | 0,8 | 10,9 | 28,2 | 3 | 64 | 4,9 | 3,3 | 34 | 3 | 1,9 | 42,8 | 132 | 1,7 | 1,563881 | 19,14153 | | | |
| 2d | 4,4 | 6,4 | 3 | 1,3 | 12,3 | 11 | 12 | 41 | 5 | 3 | 27 | 3 | 3,7 | 23,4 | 112 | 31 | 1,4734774 | 17,4013921 | | | 2d | 4,5 | 17,3 | 8,1 | 0,9 | 11,7 | 26,7 | 3 | 68 | 5,1 | 2,9 | 38 | 3 | 5 | 38,1 | 166 | 31 | 1,374408 | 16,82135 | | | |
| 3a | 5,1 | 8 | 4,1 | 0,7 | 9,7 | 13 | 5 | 56 | 5,3 | 2,8 | 29 | 3 | 2,5 | 22 | 97 | 40 | 1,3752456 | 16,2412993 | | | 3a | 5,2 | 12,6 | 7,3 | 1 | 9,7 | 21,2 | 5 | 68 | 5,3 | 2,9 | 40 | 3 | 3,1 | 29,9 | 121 | 57 | 1,374408 | 16,82135 | | | |
| 3b | 5,1 | 11,5 | 7,6 | 2,4 | 9,7 | 21,8 | 11 | 56 | 4,9 | 2,6 | 40 | 3 | 1,9 | 34,8 | 110 | 84 | 1,2770138 | 15,0812065 | | | 3b | 5,1 | 8,8 | 5 | 0,9 | 10,4 | 15 | 6 | 59 | 5,3 | 3 | 40 | 3 | 2,5 | 23,8 | 99 | 51 | 1,421801 | 17,40139 | | | |
| 3c | 5,1 | 6,7 | 3,2 | 1 | 13,7 | 11,1 | 9 | 45 | 5,1 | 2,2 | 30 | 3 | 2,5 | 22,4 | 63 | 34 | 1,0855501 | 12,7610209 | | | 3c | 4,7 | 15,5 | 9,6 | 1,4 | 12,3 | 26,9 | 5 | 65 | 5 | 2,8 | 40 | 3 | 3,7 | 39,2 | 142 | 32 | 1,327014 | 16,2413 | | | |
| 3d | 4,7 | 9,3 | 6,1 | 1,4 | 7,7 | 17,3 | 8 | 62 | 5,3 | 3,6 | 33 | 3 | 3,1 | 25,6 | 193 | 46 | 1,7681729 | 20,8816705 | | | 3d | 5,1 | 21,9 | 6,4 | 0,2 | 9,7 | 29,1 | 1 | 79 | 5,5 | 4,1 | 32 | 3 | 4,3 | 36,6 | 243 | 23 | 1,943128 | 23,7819 | | | |
| média | 4,8 | 9,2 | 4,491667 | 1,066667 | 10,95833 | 15,16667 | 7,166667 | 55,25 | 5,225 | 2,958333 | 30,91667 | 3 | 4,341667 | 24,825 | 108,8333 | 34,5 | 1,4530214 | 17,1597071 | 11,80974 | | média | 4,925 | 12,36667 | 6,083333 | 0,8 | 10,04167 | 19,575 | 4,5 | 62,66667 | 5,233333 | 3,033333 | 34,08333 | 3 | 3,901667 | 29,73333 | 131,75 | 32,55833 | 1,437599 | 17,59474 | 12,23898 | | |
| 29,58 | | | | | | | | | | | | | | 30,33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,7 | | | | | | | | | | | | | | 3,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3ª coleta | | | | | | | | | | | | | | 3ª coleta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 03 2012 | | | | | | | | | | | | | | 09 03 2012 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| amostra | ph | ca | mg | al | h-val | ctc | sat. | al | sat. bases | smp | % m o | argila | textura | p | ctc | k | na | N tot g/Kg | C org. g/Kg | C/N | amostra | ph | ca | mg | al | h-val | ctc | sat. | al | sat. bases | smp | % m o | argila | textura | p | ctc | k | na | N tot g/Kg | C org. g/Kg | C/N | |
| 1a | 4,7 | 9,4 | 5,5 | 1,8 | 10,9 | 17,3 | 10,4 | 59 | 5,2 | 2,62 | 32 | 3 | 6,2 | 26,4 | 106 | 70 | 1,2602819 | 15,1972158 | | | 1a | 5 | 8,3 | 2,7 | 0,4 | 7,7 | 11,7 | 3,4 | 59 | 5,5 | 2,15 | 22 | 3 | 14,5 | 19 | 71 | 24 | 1,137566 | 12,471 | | | |
| 1b | 4,9 | 7,8 | 5,6 | 0,5 | 8,7 | 20,6 | 2,4 | 70 | 5,4 | 2,07 | 32 | 3 | 6,2 | 28,8 | 155 | 42 | 0,9957189 | 12,0069606 | | | 1b | 4,9 | 11,3 | 5,4 | 0,8 | 9,7 | 18,4 | 4,4 | 64 | 5,3 | 2,62 | 32 | 3 | 8,3 | 26,9 | 116 | 53 | 1,866243 | 15,19722 | | | |
| 1c | 4,9 | 11,6 | 6,1 | 1,2 | 9,7 | 19,6 | 6,1 | 65 | 5,3 | 1,93 | 34 | 3 | 6,9 | 28,1 | 157 | 61 | 0,3033756 | 11,4948956 | | | 1c | 5,1 | 15,8 | 7,6 | 0,5 | 6,9 | 24,6 | 2 | 78 | 5,6 | 1,79 | 38 | 3 | 8,3 | 31 | 147 | 67 | 0,94709 | 10,38283 | | | |
| 1d | 4,6 | 12,3 | 7,5 | 3 | 17,3 | 23,4 | 12,8 | 54 | 4,8 | 1,66 | 40 | 3 | 7,8 | 37,7 | 122 | 72 | 0,7984992 | 9,6287703 | | | 1d | 4,9 | 9,7 | 4,7 | 0,7 | 8,7 | 15,6 | 4,5 | 63 | 5,4 | 1,93 | 28 | 3 | 10 | 23,6 | 107 | 52 | 1,021164 | 11,1949 | | | |
| 2a | 4,7 | 11,8 | 8,3 | 0,9 | 10,9 | 29,1 | 3,1 | 72 | 5,2 | 1,79 | 39 | 3 | 6,6 | 39,1 | 216 | 60 | 0,8610323 | 10,3828306 | | | 2a | 4,7 | 10,3 | 5,6 | 2,7 | 10,4 | 19,3 | 14 | 52 | 4,9 | 1,85 | 38 | 3 | 8,9 | 32 | 119 | 91 | 0,978836 | 10,73086 | | | |
| 2b | 4,8 | 9,5 | 4,6 | 0,8 | 9,7 | 15,4 | 5,2 | 60 | 5,3 | 2,9 | 27 | 3 | 7,8 | 24,3 | 126 | 40 | 1,3949685 | 16,8213457 | | | 2b | 5 | 12,1 | 6,2 | 0,4 | 7,7 | 19,3 | 2,1 | 71 | | | | | | | | | | | | | |

Apêndice Q – Massa de esterco nas parcelas

| | | Pastoreio Contínuo | | | | | Pastoreio Voisin | | | | |
|------------|----------|--------------------|-------|-------|-------|------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | blocos | | kg | | | blocos | | kg | | |
| épocas | parcelas | 1 | 2 | 3 | | épocas | parcelas | 1 | 2 | 3 | |
| | a | 1,709 | 1,292 | 1,383 | | | a | 0,833 | 2,899 | 2,437 | |
| | b | 1,586 | 0,911 | 1,592 | | | b | 2,015 | 1,886 | 2,314 | |
| 21.12.2011 | c | 1,447 | 1,613 | 1,046 | | 21.12.2011 | c | 2,375 | 2,028 | 2,124 | |
| | d | 1,031 | 1,804 | 0,816 | 1,353 | | d | 2,220 | 1,250 | 2,287 | 2,056 |
| | a | 1,295 | 0,916 | 1,301 | | | a | 2,541 | 2,410 | 3,134 | |
| 09.03.2012 | b | 1,500 | 1,374 | 0,725 | | 09.03.2012 | b | 2,034 | 2,672 | 2,323 | |
| | c | 0,713 | 0,374 | 1,367 | | | c | 3,513 | 3,223 | 2,568 | |
| | d | 0,326 | 0,396 | 1,055 | 0,945 | | d | 2,861 | 3,029 | 2,111 | 2,702 |
| | a | 0,821 | 0,600 | 1,176 | | | a | 2,136 | 2,641 | 1,802 | |
| | b | 1,166 | 1,623 | 0,829 | | | b | 2,274 | 2,987 | 2,479 | |
| 18.07.2012 | c | 1,433 | 1,357 | 1,051 | | 18.07.2012 | c | 2,508 | 2,561 | 2,716 | |
| | d | 1,199 | 1,382 | 0,800 | 1,120 | | d | 3,539 | 1,953 | 2,175 | 2,481 |
| | a | 0,745 | 1,811 | 0,803 | | | a | 2,690 | 2,609 | 2,885 | |
| | b | 1,838 | 2,123 | 1,137 | | | b | 3,144 | 2,973 | 3,265 | |
| 10.11.2012 | c | 1,529 | 0,849 | 0,731 | | 10.11.2012 | c | 3,798 | 3,542 | 2,707 | |
| | d | 1,750 | 1,797 | 0,991 | 1,342 | | d | 3,538 | 2,943 | 1,825 | 2,993 |
| | a | 1,649 | 0,885 | 1,290 | | | a | 3,662 | 3,450 | 3,260 | |
| 28.02.2013 | b | 1,761 | 2,010 | 1,177 | | 28.02.2013 | b | 2,873 | 3,266 | 3,006 | |
| | c | 2,068 | 1,386 | 0,766 | | | c | 3,010 | 3,272 | 3,353 | |
| | d | 1,585 | 1,746 | 1,731 | 1,504 | | d | 3,238 | 3,506 | 3,332 | 3,269 |
| | a | 0,852 | 0,719 | 0,915 | | | a | 2,443 | 2,181 | 2,759 | |
| 26.07.2013 | b | 1,084 | 1,117 | 1,138 | | 26.07.2013 | b | 2,467 | 3,014 | 2,666 | |
| | c | 0,691 | 0,922 | 1,138 | | | c | 1,401 | 2,832 | 2,360 | |
| | d | 1,120 | 1,267 | 0,778 | 0,978 | | d | 2,451 | 2,074 | 1,721 | 2,364 |
| | a | 1,540 | 1,257 | 0,698 | | | a | 2,693 | 2,293 | 3,140 | |
| 04.11.2013 | b | 1,032 | 1,457 | 1,560 | | 04.11.2013 | b | 3,433 | 3,388 | 2,398 | |
| | c | 1,405 | 1,700 | 0,981 | | | c | 2,590 | 2,757 | 2,656 | |
| | d | 0,899 | 1,294 | 1,877 | 1,308 | | d | 3,197 | 2,557 | 3,009 | 2,843 |