

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA**  
**ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Introdução de Espécies Forrageiras de Inverno na Microbacia do  
Ribeirão das Furnas em Aiuruoca, MG: Uma Experiência de  
Socialização do Conhecimento com Agricultores Familiares**

**José Felipe Cristino Junior**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DE INVERNO NA  
MICROBACIA DO RIBEIRÃO DAS FURNAS EM AIURUOCA, MG:  
UMA EXPERIÊNCIA DE SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO  
COM AGRICULTORES FAMILIARES**

**JOSÉ FELIPE CRISTINO JUNIOR**

*Sob a Orientação do Professor  
José Guilherme Marinho Guerra*

*e Co-orientação do Professor  
Renato Linhares de Assis*

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Agricultura  
Orgânica**, no Curso de Pós-  
Graduação em Agricultura  
Orgânica.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2023

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C554i Cristino Junior, José Felipe, 1973-  
Introdução de espécies forrageiras de inverno na  
microbacia do ribeirão das Furnas em Aiuruoca, MG:  
Uma experiência de socialização do conhecimento com  
agricultores familiares / José Felipe Cristino  
Junior. - Jacareí, 2023.  
71 f.: il.

Orientador: José Guilherme Marinho Guerra Guerra.  
Coorientador: Renato Linhares de Assis Assis.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em  
Agricultura Orgânica, 2023.

1. Agroecologia. 2. Pesquisa-ação. 3. Fertilização.  
4. Forrageiras de inverno. 5. Adubação verde. I.  
Guerra, José Guilherme Marinho Guerra, 1958-, orient.  
II. Assis, Renato Linhares de Assis, 1963-, coorient.  
III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica. IV.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**JOSÉ FELIPE CRISTINO JUNIOR**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Dissertação Aprovada em 11 / 08 / 2023

---

José Guilherme Marinho Guerra  
Dr. Embrapa Agrobiologia  
(Orientador, Presidente da Banca)

---

José Antônio Azevedo Espindola  
Dr. Embrapa Agrobiologia

---

Sandra Maria Pereira da Silva  
Dr. APTA Pindamonhangaba



---

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS N° 5362/2024 - PPGAO (12.28.01.00.00.00.36)**

*(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)*

*(Assinado digitalmente em 02/04/2024 06:34 )*

**JOSÉ ANTONIO AZEVEDO ESPINDOLA**

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ####.###.757-##

*(Assinado digitalmente em 10/04/2024 17:55)*

**JOSÉ GUILHERME MARINHO GUERRA**

ASSINANTE EXTERNO CPF:

####.###.757-##

*(Assinado digitalmente em 02/04/2024 08:40 )*

**SANDRA MARIA PEREIRA DA SILVA**

ASSINANTE EXTERNO CPF:

####.###.818-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 5362, ano: 2024, tipo: DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS, data de emissão: 01/04/2024 e o código de verificação: d5acdd5376

## **Dedicatória**

A memória de meus ancestrais,  
e de todos aqueles que amorosa e pacificamente dedicaram parte de sua existência  
à prática de uma agricultura baseada na compreensão mais profunda e sensível  
do mundo natural do qual todos fazemos parte.

## Agradecimentos

No mais profundo sentimento de gratidão, agradeço a cada dia vivido nessa trajetória e cada pequeno ou grande passo dado que de maneira muitas vezes misteriosa, me concederam a honra de chegar até aqui.

Agradeço a cada um dos meus bons e velhos amigos, em especial aqueles que me acompanham desde a infância, e que de uma maneira ou de outra sempre compartilharam dos meus sonhos e sempre souberam demonstrar por eles, respeito e admiração.

Sem referências de dimensão agradeço sobre tudo a família da qual tenho a honra de pertencer, avós, pais, irmãs, filha, sobrinhos, tios e tias de todos os lados os que ainda estão por aqui e todos os que já partiram sem deixar pra trás perdido no eco do tempo qualquer resquício de desentendimento, mágoa ou um simples pedido de desculpa que nunca se fez necessário. A cada um de vocês o meu mais sincero sentimento de gratidão, sem vocês eu não seria quem eu sou e não teria a chance de viver como eu vivi.

Por ordem de chegada na minha vida dos “personagens” marcantes na minha passagem pelo PPGAO, agradeço a querida Lúcia Helena que na minha necessidade por alojamento me apresentou o Renato L. E. Santos, este que por sua vez, mais do que simplesmente me arrumar um quarto em sua casa, me ofereceu um lar e se tornou um grande amigo. Nessa sequência de pessoas e acontecimentos agradeço ao Braulio S. Bezerra “camarada de todos” sempre pronto e ágil na hora de auxiliar os alunos do programa nas horas de sufoco e todos os profissionais da Fazendinha Agroecológica especialmente Seu Isaías o guardador das sementes. Como não podia deixar de ser, agradeço aos amigos da minha turma no PPGAO, cada um com sua própria história e trajetória que sem sombra de dúvida fazem com que o PPGAO se torne algo ainda mais marcante em nossa vida.

Gratidão também ao meu co-orientador professor Renato Linhares e todos os professores pelo prazer que me propiciaram na troca de conhecimentos, cada um a sua maneira, com seu conhecimento teórico e prático carrega em si algo que em mim se fez sentido. Desejo vida longa a cada um de vocês e nesse tempo muitos e muitos alunos a encontrar.

Finalizando queria agradecer os meus vizinhos em Aiuruoca onde o meu projeto foi desenvolvido, meu carinho e consideração por eles é tanto que pensando neles e nos desafios enfrentados diariamente em suas atividades como agricultores familiares este projeto foi desenvolvido, Dna Noemia, Seu Matheus (*in memorian*), Cláudio, “Nenê”, Vani, Aryanni e agora o recém chegado “Mateuzinho”, qualquer coisa que eu faça por vocês será o mínimo perto de tudo que vocês fazem ou já fizeram por mim.

E por último, fugindo um pouco da ordem em que os “personagens” do PPGAO entraram em minha vida, mas de forma alguma menos importante, queria agradecer ao Professor José Guilherme Marinho Guerra, que desde o começo se revelou um grande amigo e do qual tive o prazer e a honra de ser orientando, qualquer tentativa de descrever algo a mais não chegara próximo da minha emoção e do meu sentimento de gratidão e satisfação de encontrá-lo nessa jornada. “Oh Zé!... Valeu demais, uai!”.

## **Biografia**

José Felipe Cristina Junior, natural de Jacareí-SP, nasci no dia 13 de agosto de 1973. No ano de 1991 aos 17 anos de idade iniciei o curso técnico agropecuário na Escola Técnica Agropecuária Estadual de Segundo Grau ETAESG “Cônego José Bento”. (Escola Agrícola de Jacareí), onde tive de maneira não formal os primeiros contatos com o universo da “Agricultura Alternativa”. Por conta da obrigatoriedade do cumprimento do serviço militar no segundo ano do curso técnico fui obrigado a abandonar os estudos.

Somente em 1997, returnei ao colégio agrícola para então, dar inicio ao curso Técnico Florestal. Logo no início do curso consegui uma vaga de estágio na Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento, para trabalhar especificamente no projeto Renascente, um projeto pioneiro na época, que tratava da recuperação florestal nas nascentes localizadas nas propriedades rurais do município. Este projeto tinha o apoio da Votorantim Celulose e Papel e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, (CATI).

Três anos após o inicio do estágio, com a conclusão do curso Técnico iniciei o curso de graduação em Biologia na Universidade do vale do Paraíba e assumi ainda como estagiário do curso superior a responsabilidade da coordenação do programa de Hortas Escolares Orgânicas numa parceria com a Secretaria Municipal de Educação.

Após um curto período no projeto de hortas escolares fui nomeado Gerente de Agricultura da secretaria Municipal de Agricultura em convênio com a CATI onde permaneci por mais dez anos. A frente da secretaria tive o privilégio e a oportunidade de gerenciar e acompanhar diversos programas relacionados a área rural do município, entre eles destaco o Programa Patrulha Agrícola Mecanizada que sob minha responsabilidade passou a adotar técnicas conservacionistas de preparo do solo nas propriedades rurais atendidas, o Programa de Calagem em convênio com a mineradora Extrativista Dolomia, e o Projeto Adubação Verde que tinha como principal objetivo socializar e difundir a prática da adubação verde entre os produtores, além desses projetos e programas, muitos outros foram desenvolvidos.

Na sequência logo depois da minha saída do poder público assumi o cargo de Encarregado Florestal na empresa Fibria Celulose e Papel onde atuei como responsável pelo levantamento florestal nas áreas de recuperação ambiental das fazendas de eucalipto na região do vale do Paraíba, sul de Minas, sul do Rio de Janeiro e oeste paulista.

Nesse intervalo de tempo entre a minha entrada e saída do poder público adquiri uma propriedade em Aiuruoca sul de minas onde moro atualmente e onde me dedico a pratica da agricultura de montanha e projetos de educação não formal entorno da agroecologia.

## RESUMO

CRISTINO, José Felipe Junior. **Introdução de espécies forrageiras de inverno na microbacia do Ribeirão das Furnas em Aiuruoca, MG: Uma experiência de socialização do conhecimento com agricultores familiares.** 2023. 54p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

Desde o período da colonização pós-indígena, após a descoberta do ouro em Minas Gerais, na microbacia leiteira do Ribeirão das Furnas, no município de Aiuruoca, sul de Minas Gerais, as pastagens naturais e, posteriormente, as pastagens formadas com espécies exóticas, foram a principal fonte de alimento para o rebanho leiteiro até as décadas atuais, segundo os relatos dos agricultores familiares locais. Nos últimos anos, apesar dos importantes avanços referentes ao manejo da fertilidade química do solo e do manejo das pastagens a partir da introdução de espécies forrageiras, identifica-se o desinteresse dos agricultores, herdeiros destas terras, a respeito desses avanços e, simultaneamente, a crescente dependência dos mesmos na suplementação da alimentação dos rebanhos com fontes externas às unidades produtivas. As dificuldades relacionadas à estacionalidade na produção de forragem, e a carência de informações a respeito da importância do manejo adequado de corretivos e fertilizantes de certa forma contribui para a degradação das pastagens e a consequente exposição dos solos aos processos erosivos, submetendo os agricultores a uma situação de vulnerabilidade, o que, em algumas situações, leva ao abandono da atividade pecuária e, até mesmo, da unidade de produção agrícola. Neste cenário, o presente trabalho teve como objetivos avaliar, de forma participativa a partir de estudo de caso, o desempenho fitotécnico no período de outono - inverno das espécies forrageiras *Avena strigosa* (aveia preta), *Avena sativa* (aveia branca), *Vicia sativa* (ervilhaca comum) e *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) em monocultivo e consorciadas, bem como avaliar o benefício da correção da acidez e da fertilização com diferentes fontes, orgânica e sintética, no estabelecimento destas forrageiras. Para tanto, foram implantadas parcelas observacionais, cujas etapas de instalação, acompanhamento e coleta contaram com a participação ativa de agricultores circunvizinhos. Os resultados observados denotam que as metodologias participativas adotadas, fundamentadas na metodologia da pesquisa-ação, foram estimuladoras do envolvimento dos agricultores nas distintas etapas do trabalho, tornando possível verificar reflexões coletivas e individuais no que se refere aos aspectos abordados do manejo da fertilidade química do solo, bem como sobre as próprias espécies forrageiras introduzidas. Quanto ao desempenho fitotécnico das espécies, a aveia preta, a veia branca e o nabo forrageiro apresentaram características fitotécnicas como a rápida cobertura do solo e bom potencial de produtividade de massa fresca e seca nas parcelas que receberam calcário e fertilizantes. Em contrapartida, a ervilhaca apresentou estabelecimento aquém do desejável, mesmo na presença do corretivo de acidez e da fertilização. Destarte, foi possível concluir neste estudo de caso que a correção da acidez e a fertilização mostram-se instrumentos do manejo da fertilidade química do solo imprescindíveis ao adequado desenvolvimento das espécies forrageiras de inverno, exceto a ervilhaca comum, semeadas nas condições edafoclimáticas da microbacia do Ribeirão das Furnas em Aiuruoca, Minas Gerais.

Palavras-chave: Agroecologia. Pesquisa-ação. Fertilização. *Avena spp*, *Vicia sativa*, *Raphanus sativus*.

## ABSTRACT

CRISTINO, José Felipe Junior. **Introduction of winter forage species in the Ribeirão das Furnas watershed in Aiuruoca, Minas Gerais: An experience of knowledge sharing with small farmers.** 2023. 54p. Dissertation (Master Science in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

Since the period of post-indigenous colonization, after the discovery of gold in Minas Gerais, in the dairy micro-watershed of Ribeirão das Furnas, in the municipality of Aiuruoca, southern Minas Gerais, natural pastures and later pastures formed with exotic species have been the main source of food for the dairy cattle up to the present decades, according to reports from local small farmers. In recent years, despite important advances in the management of soil chemical fertility and pasture management through the introduction of forage species, there has been a lack of interest among the farmers, heirs to these lands, regarding these advances. Simultaneously, there is a growing dependence on external sources for livestock feeding supplementation within the productive units. Difficulties related to seasonality in forage production and the lack of information about the importance of proper corrective and fertilizer management contribute to pasture degradation and subsequent soil exposure to erosive processes, putting farmers in a vulnerable situation, which, in some cases, leads to the abandonment of livestock activities and even agricultural production units. In this scenario, this study aimed to evaluate, in a participatory manner through a case study, the phytotechnical performance of the forage species *Avena strigosa* (black oat), *Avena sativa* (white oat), *Vicia sativa* (common vetch), and *Raphanus sativus* (forage radish), both in monoculture and in intercropping. Additionally, it aimed to assess the benefits of correcting soil acidity and fertilization with different sources, organic and synthetic, on the establishment of these forage species. To achieve this, observational plots were established, and the stages of installation, monitoring, and data collection involved active participation from neighboring farmers. The observed results indicate that the adopted participatory methodologies, based on action research, stimulated the involvement of farmers in the different stages of the work, making it possible to verify collective and individual reflections regarding the aspects of soil chemical fertility management, as well as the introduced forage species. Concerning the phytotechnical performance of the species, black oat, white oat, and forage radish showed characteristics such as rapid soil coverage and good potential for fresh and dry mass productivity in plots that received limestone and fertilizers. On the other hand, common vetch had a less desirable establishment, even in the presence of acidity correction and fertilization. Thus, it was possible to conclude in this case study that correcting soil acidity and fertilization are essential tools for the management of soil chemical fertility necessary for the adequate development of winter forage species, except for common vetch, sown under the edaphoclimatic conditions of the Ribeirão das Furnas micro-watershed in Aiuruoca, Minas Gerais.

Key words: Agroecology. Fertility. Action-research. *Avena* spp. *Vicia sativa*. *Raphanus sativus*.

## **LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS**

|      |  |
|------|--|
| AB   | aveia branca                                       |
| AP   | aveia preta  |
| APA  | área de preservação ambiental                      |
| ATER | assistência técnica rural                          |
| ATP  | adenosina trifosfato                               |
| CAL  | calcário   |
| CFO  | com fertilizantes orgânicos                        |
| CFS  | com fertilizantes sintéticos                       |
| COM  | controle   |
| CATI | Coordenadoria de Assistência Técnica Integral      |
| CNE  | carbono não estrutural                             |
| Cwb  | clima quente e temperado                           |
| E    | ervilhaca  |
| FBN  | fixador biológico de nitrogênio                    |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística    |
| MAPA | Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento |
| MV   | massa verde  |
| MS   | massa seca   |
| MOS  | matéria orgânica do solo                           |
| NC   | necessidade de calagem                             |
| NF   | nabo forrageiro                                    |
| IAF  | índice de área foliar                              |
| IL   | interceptação luminosa                             |
| PB   | proteína bruta                                     |
| PRNT | poder relativo de neutralização total              |
| UC   | unidade de conservação                             |
| VNAC | vírus do nanismo amarelo da cevada                 |

## **LISTA DE TABELAS**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Produtividade de massa fresca de aveia branca em monocultivo e consorciada à ervilhaca e ao nabo forrageiro nas condições climáticas do inverno da Microrregião do Ribeirão das Furnas no período de 28/06/2020 a 29/08/2020..... | 30 |
| Tabela 2. Produtividade de massa fresca de aveia preta em monocultivo e consorciada à ervilhaca e ao nabo forrageiro nas condições climáticas do inverno da Microrregião do Ribeirão das Furnas no período de 28/06/2020 a 29/08/2023.....  | 33 |
| Tabela 3. Avaliação realizada aos 25 dias após a semeadura. (1) ruim; (2) mediano; (3) bom; (4) ótimo .....   | 36 |
| Tabela 4. Avaliação realizada aos 45 dias após a semeadura. (1) ruim; (2) mediano; (3) bom; (4) ótimo .....   | 37 |

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Esquema de distribuição no campo dos tratamentos com plantas forrageiras e estratégias de adubação, utilizados na unidade de observação no sítio Ânima..... 23

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Vista aérea do Sítio Ânima. Os limites da unidade de produção estão representados na cor amarela, o ribeirão das Furnas na cor azul e, na cor roxa, nascente existente no local. Fonte: Google Earth.....   | 21 |
| Figura 2: Paisagem geral do Parque Estadual da Serra do Papagaio vista a partir do Sítio Ânima.....  | 22 |
| Figura 3. Médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e do índice pluviométrico registrados entre os anos de 2015 e 2020 no Sítio Ânima. ....   | 22 |
| Figura 4. Imagem geral da unidade de observação no sítio Ânima com as parcelas referentes aos .....  | 24 |
| Figura 5. Imagem referente a unidade amostral (1m <sup>2</sup> ) na parte central de parcela (3 x 4m) utilizada na unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe .....  | 24 |
| Figura 6. Imagem referente do início do preparo do solo da unidade de observação com a primeira aração, realizada com arado de aiveca puxado por duas juntas de bois, para a implantação da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe .....                             | 25 |
| Figura 7. Imagem referente à finalização do preparo do solo da unidade de observação com o nivelamento do terreno com gradagem, realizada com grade de dez discos puxada por duas juntas de bois, para a implantação da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe ..... | 25 |
| Figura 8. Imagem ilustrativa da subdivisão das parcelas para garantir uniformidade na distribuição das sementes, e do uso de gadanho para a cobertura destas com solo na implantação da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe .....                                 | 26 |
| Figura 9. Imagem referente ao registro fotográfico do desenvolvimento das plantas nas parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe .....   | 27 |
| Figura 10: Avaliação participativa do desenvolvimento das plantas forrageiras, aos 25 dias após a semeadura, nas parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe .....  | 27 |
| Figura 11: Imagem referente à coleta de biomassa aérea das plantas forrageiras, em unidade amostral (1m <sup>2</sup> ) de uma das parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe .....   | 28 |
| <b>Figura 12:</b> Imagem referente à pré-secagem à sombra por 24 h, da biomassa de parte das plantas forrageiras coletadas nas parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. J. Felipe.....  | 29 |
| Figura 13: Parcela 24, Aveia branca em consórcio com ervilhaca + nabo forrageiro em CFO (calcário + fertilizantes orgânicos) Fonte J. Felipe.....  | 31 |
| Figura 14: Produção de massa verde nas parcelas com aveia branca cultivo solteiro e em consórcio nos diferentes tratamentos.....   | 32 |
| Figura 15. Produção de massa verde nas parcelas com aveia preta, cultivo solteiro e em consórcio nos diferentes tratamentos.....   | 33 |
| Figura 16: Produtores vizinhos inseridos no projeto Fonte, J Felipe .....  | 34 |
| Figura 17. Forrageiras de inverno destacando da pastagem seca no restante da paisagem. Fonte, J. Felipe .....  | 35 |
| Figura 18. Produtor Claudio Sene reunindo a junta de bois para mais um dia de preparo do solo da área do projeto Fonte, J. Felipe .....  | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 19: Chegada dos bois na área do projeto antes do início da primeira de três<br>arações. Fonte(J. Felipe .....                                    | 40 |
| Figura 20. Fogão de lenha na lateral do curral com serpentina para aquecimento da água<br>usada na lavagem do sistema de ordenha. Fonte J. Felipe ..... | 41 |
| Figura 21. Veículo adaptado construído com motor de moto 125 cc para limpeza e<br>transporte do esterco. Fonte, J. Felipe .....                         | 42 |
| Figura 22. Visão lateral do veículo adaptado que conta com uma caçamba basculante.<br>Fonte, J. Felipe .....  | 42 |

## Sumário

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 1  |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....  | 3  |
| 2.1. Da ocupação territorial na Serra da Mantiqueira com a chegada dos Bandeirantes à implantação e degradação das pastagens cultivadas..... | 3  |
| 2.1.2. A Serra da Mantiqueira e o município de Aiuruoca .....  | 4  |
| 2.1.3. Expansão das pastagens cultivadas.....  | 5  |
| 2.1.4. Degradação das pastagens e do solo.....   | 6  |
| 2.2. O início das pesquisas com forrageiras .....  | 7  |
| 2.3. Estacionalidade na produção de forrageiras. ....  | 8  |
| 2.4. Espécies forrageiras de inverno .....   | 8  |
| 2.4.1. Aveia preta ( <i>Avena strigosa</i> ) .....   | 9  |
| 2.4.2. Aveia branca ( <i>Avena sativa L.</i> ) .....   | 10 |
| 2.4.3. Ervilhaca ( <i>Vicia sativa L.</i> ).....   | 11 |
| 2.4.4. Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus L</i> ) .....   | 12 |
| 2.5. Consociação de forrageiras de inverno .....   | 12 |
| 2.6. Manejo da fertilidade do solo na produção de forrageiras .....  | 13 |
| 2.6.1. Fertilização orgânica e matéria orgânica do solo .....  | 14 |
| 2.6.2. Acidez e calagem.....   | 15 |
| 2.6.3. Deficiência de nutrientes no solo e fertilização no cultivo de forrageiras.....   | 16 |
| 2.6.3.1. Nitrogênio .....  | 16 |
| 2.6.3.2. Fósforo.....  | 16 |
| 2.6.3.3. Potássio.....   | 17 |
| 2.7. A fertilização do solo em sistemas agroecológicos de produção .....   | 18 |
| 2.8. A técnica da pesquisa-ação como estratégia norteadora na socialização de conhecimentos e a consolidação de novos saberes.....           | 19 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 21 |
| 3.1. Local .....   | 21 |
| 3.2. Implantação da unidade de observação .....  | 23 |
| 3.3. Preparo do solo .....   | 24 |
| 3.4. Semeadura .....   | 26 |
| 3.5. Registro e avaliação <i>in loco</i> com os produtores .....   | 27 |
| 3.6. Coleta das amostras .....   | 28 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 30 |
| 4.1. Produtividade de massa fresca da parte aérea .....  | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2. Avaliação e participação dos produtores ..... | 34 |
| 5. CONCLUSÕES .....                                | 43 |
| 6. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....                       | 44 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                | 47 |

## 1. INTRODUÇÃO

Na agricultura, para obter um entendimento mais amplo do agroecossistema é preciso entender as dinâmicas ecológicas e socioeconômicas, bem como suas inter-relações. As abordagens de planejamento das atividades antrópicas, com base em modelos clássicos, falham por dissociarem as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais (VILAÇA et al., 2009). Dessa forma, os métodos de planejamento que utilizam as bacias hidrográficas como unidades de trabalho, são apropriadas à produção agrícola e a conservação dos ecossistemas, por que consideram as microbacias como unidades geográficas naturais com suas características físicas, químicas, biológicas e sociais integradas.

Conhecida pela exploração da pecuária leiteira desde o período da colonização com a nascente de seu rio principal localizada no município de Aiuruoca, na Serra da Mantiqueira, sul do estado de Minas Gerais, a microbacia do Ribeirão das Furnas, está inserida no contexto da Bacia Platina, abastecendo o Rio Grande, um dos formadores do Rio Paraná.

Na microbacia em questão, a região onde se desenvolveu o estudo, denominada Furnas de cima e Furnas de baixo, há alguns anos mostra sinais claros de degradação dos recursos naturais evidenciando a vulnerabilidade em que se encontram os agroecossistemas locais e a necessidade da adoção de estratégias que revertam esse cenário.

Aparentemente, casos de empobrecimento e declínio de valores socioeconômicos e culturais, associados à degradação dos recursos naturais, especialmente dos solos, corroboram para um ciclo negativo que se traduz em inúmeros problemas para os agricultores familiares de base camponesa, estrato socioeconômico predominante no local.

Um desses problemas é a dependência da aquisição de insumos externos as unidades de produção para o desenvolvimento da atividade agrícola. É relevante considerar que, normalmente, agricultores familiares de base camponesa, desenvolvem sua atividade com base na valorização e potencialização dos recursos naturais disponíveis na unidade de produção ou próxima dela.

A aquisição e uso de insumos externos para alimentação do gado e para a fertilização dos solos na pecuária leiteira, além de aumentar consideravelmente os custos de produção, cria uma ideia de essencialidade desses insumos entre os agricultores, que muitas vezes, não percebem alternativas dentro da própria unidade de produção, e deixam de utilizar o potencial e a dinâmica dos recursos internos, chegando, em alguns casos a abandonar a atividade, quando se veem financeiramente privados de capacidade de acesso a esses insumos.

No que diz respeito à questão dos fertilizantes sintéticos obtidos fora da unidade de produção e alternativas para a adubação, nota-se frequentemente o não aproveitamento, o descarte incorreto e o desperdício de outros tipos de insumos de excelente qualidade como as cinzas originárias dos fogões e o esterco de curral abundante nos sistemas de produção locais.

Com relação à necessidade da aquisição de insumos como silagem, ração, farelos e outros para complementar a alimentação animal é perceptível a falta de conhecimento sobre manejo mais eficiente das áreas de pastagens e o não aproveitamento sustentável do potencial produtivo das áreas agrícolas.

Na região da microbacia em questão, as pastagens apresentam estacionalidade na produção forrageira. Formadas basicamente por *Brachiaria* spp., que são espécies

bastante adaptadas a condições de solos com baixa fertilidade química, constituem um contexto que apoia uma percepção distorcida dos agricultores sobre as reais condições do potencial produtivo dos solos de suas unidades de produção.

Buscando contrapor a essa visão, merece destaque a notória atuação na região do Técnico Extensionista da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG), que de maneira quase solitária frente os desafios relacionados a falta de ações voltadas para o fortalecimento e valorização da atividade de assistência técnica e extensão rural, vem esclarecendo os agricultores sobre a importância da adoção de práticas, como a correção e a fertilização dos solos a partir do resultado da análise de terra realizada em laboratório.

Porém, apesar dessa ação extensionista, não são verificadas junto aos agricultores familiares locais, iniciativas conjuntas significativas que visem de maneira sistêmica corrigir a acidez e a fertilidade dos solos, a utilização de insumos de origem local ou produção de forrageiras mais adequadas às características edafoclimáticas da região.

Diante do exposto, no presente trabalho foram estabelecidas e avaliadas as seguintes hipóteses: espécies forrageiras de inverno apresentam características distintas no que se refere à adaptação às condições de clima, de relevo e de solo da região de Aiuruoca, MG; a correção da acidez e a fertilização química dos solos são determinantes para o estabelecimento das espécies forrageiras de inverno avaliadas no presente estudo; a aplicação de metodologias participativas para a solução de problemas do cotidiano produtivo e o desenvolvimento local como a metodologia da pesquisação, são estratégicas à socialização de conhecimentos voltados ao perfil familiar dos produtores de leite da microbacia do Ribeirão das Furnas em Aiuruoca, MG; e o uso de insumos permitidos pelas normas de produção orgânica, abundantes nas unidades locais de produção familiar pode ser uma alternativa técnica viável para a fertilização das pastagens.

Nesse sentido, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar, de forma participativa, a capacidade de adaptação de espécies forrageiras de inverno às condições edafoclimáticas da microbacia do Ribeirão das Furnas no município de Aiuruoca, MG, tendo como objetivos específicos: avaliar o efeito da correção da acidez e da fertilização do solo em base agroecológica; avaliar estratégias de plantio de aveia preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Aveia sativa L*) solteiras e consorciadas com ervilhaca (*Vicia sativa L*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus L*).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Da ocupação territorial na Serra da Mantiqueira com a chegada dos Bandeirantes à implantação e degradação das pastagens cultivadas.

A descoberta do ouro no século XVII, na região das Minas Gerais, foi importante para a expansão territorial e para uma nova organização administrativa da colônia portuguesa na América. A circulação de pessoas em busca de riquezas contribuiu para a expansão territorial brasileira e resultou numa necessidade crescente de abastecimento na região e essa necessidade de abastecimento fomentou a produção agrícola, uma atividade essencial para a expansão dos núcleos populacionais da época. No auge da mineração o processo de povoamento do atual estado de Minas Gerais, estava intimamente também relacionado à agricultura e ao comércio, dessa forma a ocupação agrária realizada por pequenos lavradores foi responsável pela ampliação das fronteiras em todas as direções disponíveis. (DRA; MEZAN, 2009).

O avanço dos bandeirantes em direção aos “sertões” a partir de 1674 foi fundamental para a descoberta do ouro e para a ocupação da região, criando-se nesse contexto as primeiras roças, que foram fundamentais para servirem de suporte a interiorização. A aventura da ocupação dessa região era extremamente perigosa para os bandeirantes que se lançavam à procura de metais preciosos, e a efetiva ocupação do território, se deu somente no final do século XVII (SOUZA; GERAIS, 2009).

Os bandeirantes que se aventuraram em busca das minas de prata, como Fernão Dias por volta de 1674, seguiram o Rio Paraíba do Sul, atravessaram a Serra da Mantiqueira pela garganta do Embaú atual divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais, e se internaram no chamado “caminho geral do sertão”. Esses bandeirantes saíram inicialmente do Planalto de Piratininga, deixando a Capitania de São Vicente para trás e lentamente povoaram as margens do Rio Paraíba do Sul, estabelecendo vilas como Taubaté, Guaratinguetá, Pindamonhangaba e outras menos relevantes.

Assim, da Vila de São Francisco das Chagas de Taubaté, partiram as primeiras bandeiras em direção às chamadas “minas de cataguás”. Passando pela região de Guaiipacaré (atual Lorena), transpuseram a Mantiqueira e alcançaram o atual território mineiro. Dessa forma então, 36 das mais antigas cidades de Minas Gerais foram fundadas por paulistas, entre elas, Baependi, Campanha e Aiuruoca (PARANHOS, 2005).

No início do século XVIII por volta do ano de 1706, João Siqueira Afonso, oriundo de Taubaté, fundou o arraial de Aiuruoca. Com o avanço econômico decorrente da exploração do ouro, vários outros exploradores foram atraídos para a região, em 1744, o paulista Simão da Cunha Gago fez erigir no arraial em questão a primeira capela dedicada a Nossa Senhora Aparecida. Já no final do século XVIII, com a escassez do ouro e o declínio da mineração, a agricultura e a criação de gado, tornaram-se uma necessidade ainda maior à vida econômica do povoado e adotando essa atividade econômica, muitos antigos garimpeiros se fixaram nas terras do atual município de Aiuruoca, e começaram a desenvolver, a partir desse momento, de forma definitiva a agropecuária na região (IBGE 2021).

## **2.1.2. A Serra da Mantiqueira e o município de Aiuruoca**

Ao longo do seu histórico de ocupação além-indígena, desde o início da colonização com a chegada das primeiras bandeiras, a Serra da Mantiqueira vem sofrendo danos, de modo que grande parte da vegetação natural fosse substituída por culturas agrícolas e florestais ou atividades pecuárias. Queimadas, desmatamentos, cultivos agrícolas em encostas íngremes, pastagens extensivas de baixa produtividade e vários outros impactos provocados pela antropização nos últimos dois séculos ajudaram a moldar o estado atual da paisagem natural (MENDES et al., 1991).

A Serra da Mantiqueira é uma cadeia montanhosa formada por escarpas elevadas divididas em duas áreas, Serra da Mantiqueira Oriental e Serra da Mantiqueira Ocidental, que se estende ao longo das divisas dos estados do Rio de Janeiro (10% de seu território), São Paulo (30% de seu território) e Minas Gerais cerca de (60% de seu território), sendo, portanto, este o estado de maior abrangência (PELISSARI, 2012).

Devido ao seu alto grau de valor biológico objetivando a preservação e conservação dessa região, diversas Unidades de Conservação (UC) foram demarcadas na Serra da Mantiqueira. São dois Parques Nacionais: Caparaó (ES e MG); Itatiaia (MG e RJ); e sete Parques Estaduais sendo eles: Ibitipoca (MG), Nova Baden (MG); Serra do Brigadeiro (MG); Serra Negra da Mantiqueira (MG); Pedra Selada (RJ); Campos do Jordão (SP) e Serra do Papagaio (MG). (TEIXEIRA; CORDANI, 2007).

A Serra da Mantiqueira integra o sistema mata atlântica, mata de araucária, e nela se encontra aproximadamente 20% da cobertura florestal atlântica remanescente no estado de Minas Gerais. Segundo Meireles (2009), a serra apresenta diferentes formações vegetacionais, cuja delimitação é objeto de divergência em diversos estudos, esse variado complexo vegetacional está imerso em uma matriz composta pela floresta Estacional Ombrófila Mista, floresta Estacional Semidecidual, com extensas áreas de florestas alto-montanas, campos cerrados, savanas, campos de altitude e várias outras formações com ampla variação fitofisionômica decorrente de condições diversas como clima, solos, altitude, relevo e duração da estação seca.

A destacada variação altitudinal observada na região promove uma diminuição na pressão atmosférica que propicia um aumento na precipitação e uma maior incidência de neblina, bem como uma diminuição nas temperaturas mínimas, aumentando a probabilidade de ocorrências de geadas no período de menor precipitação que vai de abril a setembro. Esses fatores abióticos resultam em um clima característico de regiões de altitude e influenciam de forma determinante tanto o funcionamento e a dinâmica da vegetação natural, como o comportamento das espécies cultivadas na agricultura (OLIVEIRA; FONTES 2000).

A serra guarda sete dos dez mais altos picos do Brasil, tendo a pedra da mina (2.798 metros) na divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais, como o pico mais alto da Serra da Mantiqueira, a serra é formada principalmente por rochas magmáticas intrusivas e metamórficas. As áreas onde os terrenos são planos os solos são mais profundos, nas áreas de maior declividade, onde os solos da serra são litólicos, com horizontes simples os solos são rasos em contato com a rocha matriz resultado do ângulo superficial e do escoamento da água (GERAIS; JANEIRO; PAULO, 2020)

De forma geral, os solos são distróficos, normalmente arenosos, muito ácidos, com alto teor de alumínio trocável, e uma fertilidade química muito baixa que comumente, impacta e limita consideravelmente o desenvolvimento da agricultura

quando não são adotadas práticas criteriosas na correção da acidez e no manejo da fertilidade dos solos destinados à exploração agrícola. (SILVA; VIDAL, 1999)

Segundo Moreira (2008), desde a criação da Área de Preservação Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira através do Decreto Nº 91.304 de 1985, ainda que cerca de 90% dos trinta municípios pertencentes à unidade de conservação apresentem um perfil essencialmente agrícola, possuindo, portanto, uma economia e uma cultura fortemente baseada na ruralidade, pouquíssimos estudos foram sistematicamente realizados sobre a pedogênese da região voltados para o desenvolvimento do setor agropecuário.

Analizando a relação campo cidade na microrregião de Andrelândia, na qual o município de Aiuruoca está inserido Castro (2021), avaliou a metodologia de “Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil” publicado pelo IBGE em 2017. Além da escassez de estudos nas mais diversas áreas do conhecimento, segundo a autora, a falta de metodologias capazes de caracterizar mais fielmente a tipologia da população local, e os aspectos marcantes da ruralidade tão presentes na Serra da Mantiqueira, comprometem a elaboração de políticas públicas mais coerentes, que atendam as demandas da singularidade cultural e organizacional da sociedade atual, afetando diretamente o desenvolvimento da região que segundo Ribeiro (1995), teve inicialmente suas origens na miscigenação de indígenas, portugueses e africanos e posteriormente, a partir da segunda metade do século dezenove, uma significativa influência de imigrantes italianos, árabes e espanhóis.

Atualmente o município de Aiuruoca com 64.968 ha, Mesorregião Sul, Sudoeste de Minas Gerais, com área de 49.524km<sup>2</sup>, Microrregião de Andrelândia, possui uma população estimada a partir do Censo Populacional IBGE, (2010), de 6.162 habitantes, sendo 3.039 residentes não urbanos e 3.123 residentes urbanos, dos quais 3.294 considerados economicamente ativos, 1.163, (36%) são trabalhadores do setor agropecuário.

A área da qual o município de Aiuruoca pertence, não desenvolveu a atividade cafeeira que se destaca em outras microrregiões do Sul de Minas, a pecuária leiteira sempre foi a base econômica da região (ANDRADE; NETO 2014). De acordo com o Censo Agropecuário IBGE (2017), o município possui 554 propriedades rurais, sendo 471 unidades produtoras de leite, das quais apenas 133 recebem algum tipo de assistência técnica, o rebanho leiteiro de Aiuruoca era de 27.836 cabeças com uma produção de leite estimada em torno de 26 milhões de litros por ano, e as pastagens plantadas em boas condições somavam um total de 17.224 hectares, enquanto que as plantadas em más condições constituíam 309 hectares e as naturais um total de 8.582 hectares.

### **2.1.3. Expansão das pastagens cultivadas**

As pastagens sempre foram a principal fonte de alimento para os bovinos, segundo Macedo et al., (2014) historicamente no início da colonização, os pastos nativos respondiam pela maior proporção de pastagens no Brasil, e somente a partir da década de 1960, após o início do movimento conhecido como “Revolução Verde” especialmente nas décadas de 1970 e 1980, não só em Minas Gerais, mas em todo o Brasil, as pastagens cultivadas tiveram um crescimento relevante. Esse fato é em grande parte explicado pela introdução da *Brachiaria sp* nos diversos estados brasileiros, posto que, segundo os autores, dos atuais 180 milhões de hectares com pastagem no país, 56% são representados por espécies forrageiras desse gênero. Os mesmos ainda colocam que

isso ocorreu devido à boa adaptação das espécies de braquiárias aos solos de baixa fertilidade química, típico das áreas de pastagens naturais de campo e cerrado do país, onde proporcionam razoável produção de matéria seca e capacidade de suporte animal.

A partir da década de 1980, o que parecia ser uma solução para a pecuária bovina, tornou-se mais um problema, o plantio, principalmente de *Brachiaria decumbens*, foi feito sem a devida correção da acidez e da baixa fertilidade química dos solos das áreas de pastagens naturais. Em razão disso e do uso intensivo das pastagens, já próximo à virada para o século atual, ficou evidente o estado de degradação e da baixa capacidade de suporte animal da maior parte das áreas com pastagem cultivada no Brasil (SBRISSIA, 2001).

#### **2.1.4. Degradação das pastagens e do solo**

Segundo Nascimento et al., (2006), a degradação de pastagens pode ser definida como a evolução crescente da incapacidade das forrageiras de superarem os efeitos nocivos de pragas, doenças e de plantas espontâneas invasoras, além da progressiva perda de produtividade e vigor das plantas, e da capacidade destas para recuperação natural, de forma a sustentar níveis de produção e qualidade exigida pelos animais. Para o autor, as principais causas dessa degradação estão relacionadas às práticas de manejo inadequadas das plantas forrageiras e à perda gradativa da fertilidade química do solo devido à exportação e a não reposição dos nutrientes.

Peron e Evangelista (2004), também relacionam os vários fatores que levam a degradação das pastagens, para eles entre os principais estão: cultivo de espécie forrageira inadequada ao local; má formação inicial da pastagem causada pela ausência ou uso inadequado de práticas de conservação do solo relacionadas ao preparo, a correção da acidez, adubação, sistemas e métodos de plantio, manejo animal na fase de formação da pastagem; manejo e práticas culturais como uso rotineiro de fogo; roçagens realizadas em excesso e épocas inadequadas; ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção; ocorrência de pragas; doenças; plantas espontâneas invasoras; manejo de pastejo inadequado referente a lotação; ausência ou aplicação incorreta de práticas que permitam a recuperação adequada da capacidade produtiva das pastagens como o pastejo rotacionado, etc.

Durante o processo de degradação e a decorrente diminuição da cobertura vegetal das áreas com pastagens, ocorre um significativo aumento na competição com plantas espontâneas invasoras que, em geral, são mais eficientes no uso dos escassos recursos do solo. Além disso, como efeito de atividades agrícolas intensivas em solos naturalmente pobres com baixos teores de matéria orgânica, ocorrem perdas por lixiviação de nutrientes, além de perdas de ordem física, como compactação e erosão dos solos (OLIVEIRA, 2005).

Para Zimmer et al., (2008), a erosão dos solos ocasionada pela falta de técnicas adequadas de manejo é uma questão tão grave que deve ser considerada como um problema político, econômico e social, cabendo cada vez mais ao Estado atuar diretamente para mitigar a degradação das áreas de pastagem brasileiras, com diagnósticos e programas de recuperação dos solos degradados das áreas em questão. Guerra (2014) considera que as principais regiões afetadas pelos processos erosivos são aquelas com dinamismo econômico estagnado e prejudicadas pela falta de atuação do Estado, especialmente com relação a ausência da assistência técnica e extensão rural e linhas crédito adequadas a realidade de pequenos produtores.

Os produtores por sua vez, Macedo et al., (2014) em grande parte dos casos mesmo quando tem acesso à informação, se deixam levar pela aparência momentânea da pastagem e não relacionam corretamente o estado real da fertilidade química, o potencial erosivo do solo, assim como o estado nutricional das plantas principalmente nas pastagens formadas por espécies do gênero *Brachiaria*. As consequências da degradação das pastagens são consideravelmente graves, dada a grande extensão da área ocupada, causando enormes impactos negativos sobre os recursos hídricos e o agravamento das emissões dos gases de efeito estufa. Estima-se que no Brasil, mais de 70% das pastagens cultivadas encontra-se em algum estágio de degradação, sendo que destas, uma grande parte em estágios avançados de degradação. Considera-se que a proporção de pastagens em condições ótimas ou adequadas não deve ser superior a 20%.

Para Dias-Filho (2011), mesmo quando percebida pelos produtores, a queda da capacidade de suporte, não tem sido suficiente para conscientizar a adoção de ações de manutenção, o que tem obrigado posteriormente a utilização de alternativas de recuperação ou renovação mais onerosas e de difícil realização do ponto de vista financeiro. Ainda segundo o autor as principais causas de degradação das pastagens no Brasil tem sido o excesso de lotação e a falta de reposição de nutrientes. Numa aparente discordância de outros autores o mesmo alerta para o fato de que, o surgimento de plantas espontâneas invasoras, pragas, doenças, compactação do solo e erosão, que muitas vezes são apontados como causadores da degradação, são na verdade consequências do não atendimento do manejo adequado das pastagens.

A degradação de pastagens é considerada um dos maiores problemas da pecuária no país que, apesar de apresentar elevado potencial produtivo, corre o risco de perda de eficiência devido ao mau uso dos recursos naturais. Nesse sentido, a exploração planejada, a pesquisa apoiada em princípios sólidos relativos à fertilidade, biologia, ecologia e escolha de plantas forrageiras mais adequadas a condições locais, é fundamental, e será fator determinante para o sucesso da atividade (JÚNIOR; VILELA, 2002).

## 2.2. O início das pesquisas com forrageiras.

Segundo WARREN WILSON *et al.*, 1961, *apud* SILVA et al., (2007) as pesquisas acadêmicas com pastagens nos países onde a pecuária é considerada mais desenvolvida tiveram origem por volta do início do século XX. Dentre essas pesquisas, podem ser destacadas algumas que talvez tenham sido as principais referências para o desenvolvimento do setor pecuário. A primeira delas foi o trabalho de Graber em 1927, que identificou a diminuição na concentração de carboidratos não-estruturais (CNE) nas raízes imediatamente após desfolha, momento em que se dá o inicio da rebrota em plantas de alfafa (*Medicago sativa L.*). A segunda foi o trabalho de Watson, que em 1947 desenvolveu o conceito de índice de área foliar (IAF), demonstrando que a medida do tamanho da superfície fotossintética das plantas seria relevante para a comparação de produtividades agrícolas.

Na sequência, Brougham, em (1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960) em seus estudos sobre produção e manejo de plantas forrageiras em pastagens verificou a importância do (IAF) para a compreensão das relações entre interceptação luminosa (IL) pelo dossel e acúmulo de forragem, além da interação entre frequência e intensidade de desfolha.

No Brasil, um dos pioneiros no estudo científico de plantas forrageiras foi o eng.<sup>º</sup> agrônomo Jorge Ramos de Otero, que na década de 1930 junto de sua equipe iniciou inúmeras pesquisas na antiga seção de agrostologia e alimentação animal, no Instituto de Biologia Animal em Deodoro, RJ. (PEIXOTO ET AL., 2001) Gomide, em 1973, enfatizou a importância do conceito de (IAF), do perfilhamento, dos carboidratos de reserva e da intensidade e frequência de desfolha, enquanto que Jacques em 1973, apresentou algumas ideias sobre a fisiologia do crescimento de plantas forrageiras e alertou que o (IAF), apesar da sua reconhecida importância não era suficiente para determinar práticas adequadas de manejo e que outros aspectos precisavam ser levados em consideração (SILVA; NASCIMENTO, 2007).

### **2.3. Estacionalidade na produção de forrageiras.**

Um desses aspectos Massaru; Hirai (2013) que merece devida consideração pelos mais diversos profissionais envolvidos com a produção e desenvolvimento das pastagens, é a estacionalidade na produção de plantas forrageiras, o déficit hídrico, baixas temperaturas, ocorrência de geadas, limitam o crescimento de plantas forrageiras no outono e inverno, alternando crescimento vigoroso e altas produções nos períodos quentes e úmidos, com baixo crescimento e baixas produções nas épocas secas e frias.

Para Santana et al., (2010) a baixa precipitação observada no período de outono e inverno é um dos fatores mais limitantes para o crescimento das plantas forrageiras de origem tropical e subtropical, que no Brasil, apresentam reduzido crescimento a partir de abril, quando as temperaturas são baixas e tem-se diminuição na oferta de forragem oriunda das pastagens de espécies tropicais.

A escassez na oferta de forragem para o rebanho no inverno é um dos aspectos mais problemáticos e sério enfrentado pelos pecuaristas. Além da baixa precipitação as baixas temperaturas e as geadas, comuns nessa estação do ano, prejudicam o crescimento das pastagens naturais ou cultivadas no verão, diminuindo drasticamente a produção de matéria seca (BELIZÁRIO, 2016).

Nos estados da região sudeste do Brasil, como o inverno provoca a redução da oferta de biomassa de qualidade das pastagens, muitos produtores de leite possuem o hábito de suplementar a alimentação do rebanho de outras formas visando manter estáveis os níveis de produção. As silagens e fenos nem sempre apresentam a mesma qualidade da forragem verde, além de apresentarem custos elevados em muitos casos. Nessas condições a utilização das forrageiras de inverno constitui uma alternativa para suplementação das pastagens de verão com uma forragem de alta qualidade. (FONTANELI et al., 2012)

Em grande parte das unidades de produção leiteira, a pastagem no verão é a principal fonte de volumoso para vacas em lactação devido ao seu baixo custo de produção, uma vez que a colheita não é necessária. A pastagem constitui fonte de alimentação de fácil digestibilidade para os animais, manter essa dinâmica no período do inverno é condição estratégica para o desempenho da atividade durante todo o ano e para isso as forrageiras de inverno são uma excelente opção (OLIVO et al., 2009).

### **2.4. Espécies forrageiras de inverno**

As forrageiras de inverno são plantas que apresentam seu melhor crescimento em temperaturas entre 20 e 25°C, ocorrem predominantemente nas regiões temperadas

do globo terrestre constituindo a base da alimentação de herbívoros domésticos sendo utilizadas, principalmente, sob pastejo, ou como feno e silagem. A sua importância também é reconhecida na conservação dos solos, na manutenção de bacias hidrográficas e na proteção à vida selvagem. As forrageiras de inverno podem ser cultivadas em regiões com clima mais quente desde que o inverno seja frio, como é o caso das regiões subtropicais, ou mesmo em regiões tropicais de altitude (MARCHEZAN et al., 2002).

Para (CÓSDOVA; FLARESSO, 2015), as principais características das forrageiras de inverno são: maior adaptação a climas mais frios com ocorrência frequente de geada, neve e ventos de altitude; resistência variável a seca conforme a espécie ou cultivar; alta qualidade forrageira; baixa exigência em horas de luz. Em regiões subtropicais e tropicais de altitude admitem o plantio no outono/inverno e as principais espécies são leguminosas e gramíneas, que utilizadas em consórcio são complementares com as seguintes vantagens adicionais: melhor aproveitamento dos nutrientes do solo; intensificação da captação da energia solar; melhor distribuição da produção ao longo do ano; possibilidade de uma dieta mais completa e equilibrada para os animais; redução, ou mesmo dispensa da necessidade de adubação nitrogenada.

A seguir apresenta-se descrição resumida das quatro espécies forrageiras de inverno avaliadas na presente dissertação.

#### **2.4.1. Aveia preta (*Avena strigosa*)**

Aveia-preta (*Avena strigosa*) é uma gramínea anual, rústica, pouco exigente, empregada para adubação verde e como planta de cobertura para plantio direto em sistemas de rotação de cultura, podendo ainda ser utilizada para pastejo, fenação, ensilagem ou aproveitamento de grãos na formulação de concentrados para animais (DERPSCH; CALEGARI, 1992).

Nos últimos anos, com a difusão do sistema plantio direto, houve grande incremento na área plantada com aveia preta no Brasil. Dentre as principais vantagens do cultivo da aveia preta como cultura de cobertura, destacam-se: a redução da erosão e do escoamento superficial, o aumento da infiltração de água e do conteúdo de carbono orgânico no solo, a ciclagem de nutrientes, a mobilização de cátions no perfil, o controle de plantas invasoras, melhora das características biológicas do solo, excelente produção de resíduos, além de outros benefícios ao solo e às culturas (SANTI; AMADO; COSTA, 2003).

É a espécie mais cultivada como cobertura de inverno no Sul do Brasil, entre as causas determinantes do seu intenso uso destacam-se: alto rendimento de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura e decomposição lenta. (BORKERT et al., 2023)

Os restos culturais da aveia preta apresenta elevada relação (C/N) sendo assim, a velocidade de liberação de N dos resíduos de aveia preta é lenta e apenas 20% do N contido na planta da aveia preta é disponibilizado nas primeiras quatro semanas após seu manejo. (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002)

A aveia-preta possui excelente capacidade de perfilhamento e produção de massa verde, originária da Europa, a aveia preta é uma gramínea cespitoso, com colmos cilíndricos, eretos e glabros ou pouco pilosos e raiz fasciculada inflorescência em panícula com glumas aristadas, e o grão é uma cariopse indeiscente encoberto pela lema e páleas. As folhas inferiores apresentam bainha, lígula obtusa e margem denticulada, com lâmina de 0,14 a 0,40 m de comprimento. (FEROLLA et al., 2007).

É uma espécie rústica, pouco exigente em fertilidade de solo, que tem se adaptado bem nos estados do Sul, e nas regiões de altitude dos estados do Sudeste. Possui grande capacidade de perfilhamento e sementes menores, quando comparadas às da aveia branca e, diferentemente desta, seus grãos não são utilizados na alimentação humana. A aveia preta caracteriza-se por crescimento vigoroso e tolerância ao alumínio tóxico, componente do complexo da acidez do solo. É a forrageira anual de inverno mais usada para pastejo no inverno, na região Sul do Brasil. É a espécie mais precoce do que a maioria dos cereais de inverno e presta-se para consorciação com espécies como azevém, centeio, ervilha forrageira, ervilhacas, serradela, trevo branco, trevo vermelho, trevo vesiculoso e trevo subterrâneo. Quando se visa produzir forragem até o fim da primavera ou início do verão, pode se consorciar a aveia preta com azevém e leguminosas como: ervilhaca peluda, ervilhaca comum e trevo vesiculoso. A aveia preta pode ser pastejada ou conservada como feno ou silagem ou, ainda, cortada para fornecimento em cochos. É adequada para uso em sistemas de rotação de culturas com cevada, trigo, centeio e triticale, pois diminui a população de alguns patógenos que afetam esses cereais, tais como a podridão comum, Bipolaris sorokiniana, e, também, o mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*). (FONTANELI et al., 2012, p. 128)

Segundo Mundstock; Bredemeier (2001), é importante considerar que grande parte dos benefícios ao solo advindos do cultivo da aveia preta depende da quantidade e da qualidade dos resíduos produzidos e para se obter um resíduo de qualidade o N é o nutriente mais importante pois é ele que tem maior efeito no crescimento da aveia e o que, frequentemente, mais limita a sua produção de fitomassa. A disponibilidade de N reflete diretamente na quantidade e na qualidade de matéria seca produzida pela aveia.

Flecha (2000), avaliando doses de N (0 a 60 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas no perfilhamento da aveia preta, concluiu que além da quantidade de matéria seca, a qualidade da forragem expressa pela produção de proteína bruta, aumentou nesse experimento em torno de 300 % em relação ao tratamento sem N.

Novais e Smyth (1999) relatam que juntamente com N o P é outro elemento muito limitante da produtividade de biomassa em plantas cultivadas em solos tropicais e que um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens em solos tropicais ocorre devido ao teor muito baixo de P disponível. Segundo os mesmos autores embora o P seja o macronutriente menos extraído pela aveia preta (33 kg ha<sup>-1</sup> em culturas com produção de massa seca maior que 10 t ha<sup>-1</sup>) esse nutriente exerce um papel vital no metabolismo da aveia induzindo a formação de um sistema radicular mais longo e com raízes mais finas, que seriam mais eficientes na absorção de nutrientes do solo.

#### **2.4.2. Aveia branca (*Avena sativa L.*)**

A aveia branca (*Avena sativa L.*) é uma cultura anual de inverno, originária do mediterrâneo, que possui grande importância econômica tanto como produção de grãos quanto como forrageira. Seu cultivo dá-se principalmente na Região Sul, onde o Estado do Paraná se destaca na área de produção. Quando implantada, essa cultura tem a capacidade de melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e também a capacidade de reduzir, algumas moléstias, pragas de outras culturas além de realizar o controle alelopático de plantas daninhas. (SOUZA et al., 2018).

A espécie é capaz de suportar baixas temperaturas que facilitam o desenvolvimento das partes aéreas das plantas. Pode ser cultivada desde o nível do mar até 1.000 m de altitude. Quanto à profundidade de exploração radicular e extração de

água do solo por essas variedades, há indicações de que o maior consumo ocorre na camada de 0-15 cm, região de maior densidade radicular (PANDOLFO et al., 2018).

A morfologia da aveia branca é semelhante àquela descrita anteriormente para a aveia preta.

A aveia branca caracteriza-se por ter grão bem maior do que o da aveia preta, apresentando cerca do dobro de peso, sendo de grande valor na alimentação humana e animal. Na aveia branca diferentemente da aveia preta é muito raro a presença de glumas aristadas. É cultivada principalmente nos estados da região Sul. É utilizada para alimentação de equinos ou para suprir as indústrias de cereais matinais (flocos e farinha). A aveia branca pode ser utilizada para composição de pastagens anuais de inverno, para conservação na forma de feno e silagem, inclusive de grãos úmidos, ou com duplo propósito, quando é pastejada durante o fim do outono até meados do inverno, quando então é deferida para a produção de grãos ou ensilagem. As cultivares modernas embora liberadas como resistentes à ferrugem da folha, necessitam de tratamento com fungicidas a exemplo dos outros cereais de inverno. Também, podem sofrer com ataque de pulgões. Se esses problemas não forem tratados adequadamente, a produção de forragem da cultura de aveia branca pode ser parcialmente comprometida e a produção de grãos pode ser totalmente perdida. A incidência de pulgões-da-aveia (*Rhopalosiphum padi* L.) que transmitem virose como o complexo do Vírus do Nanismo Amarelo da Cevada (VNAC) pode comprometer a produção de forragem e de grãos, especialmente em anos com estiagem no início do ciclo. (FONTANELI et al., 2012, p.135).

A cultura de aveia branca desenvolve-se adequadamente quando submetida na primeira parte do seu ciclo a temperaturas do ar relativamente baixas, mas existe um limite, Castro; Ferrari (2012), verificaram que próximo à floração mesmo sendo uma forrageira de inverno, a aveia-branca é prejudicada por temperaturas muito baixas do ar, não tolerando aquelas inferiores a 2 ou 3 °C que podem causar danos às folhas e colmos e, principalmente, esterilidade das flores.

Segundo Primavesi et al. (2000) as temperaturas muito baixas são igualmente prejudiciais durante o período de formação dos grãos; geadas podem paralisar o crescimento resultando, na colheita, em grãos enrugados e de baixo peso. Deve-se frisar, entretanto, o fato de que temperaturas elevadas no florescimento, acima de 32°C podem provocar a esterilidade das flores e/ou promover a maturação acelerada dos grãos.

#### **2.4.3. Ervilhaca (*Vicia sativa* L.)**

As espécies da família das fabáceas tem a capacidade de fixar N atmosférico através da simbiose com bactérias específicas, isso eleva a quantidade desse e outros nutrientes no solo melhorando significativamente o rendimento das culturas. Essas espécies segundo Silva et al., (2006) quando utilizadas como plantas de cobertura do solo apresentam a vantagem de liberar de forma mais lenta o N em relação aos adubos nitrogenados químicos, diminuindo os riscos de contaminação do meio ambiente. Por tonelada de matéria seca da parte aérea a ervilhaca pode acumular até 46 kg de N.

Borkert et al., (2003), Amado et al., (2002) estimam que a contribuição média de N da ervilhaca é de 120kg ha<sup>-1</sup>, variando de 50 a 200kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, devido à baixa relação C/N, a velocidade de liberação de N dos resíduos de fabáceas é muito rápida, quando comparada a outras espécies, tais como as poáceas. Estima-se que aproximadamente 60% do N da matéria seca da ervilhaca seja liberado durante os primeiros 30 dias após seu manejo.

Leguminosa anual de inverno, herbácea e glabra, a ervilhaca (*Vicia sativa* L.) apresenta raízes profundas e ramificadas. A ervilhaca possui caule fino, flexível, decumbente e trepador, que atinge até 0,90 m de comprimento. A planta atinge em média 0,35 m de altura. As folhas são alternadas, compostas, com numerosos folíolos e gavinha terminal. As flores são geralmente pareadas nas axilas das folhas, em forma de racemo, com número variável, subsésseis, com 1,8 a 3,0 cm de comprimento, cor violeta-purpúrea ou, raramente, brancas. Os legumes são quase cilíndricos, compridos, com 2,5 a 7,0 cm. sensível à deficiência hídrica e ao calor, embora muitas plantas tenham se adaptado a invernos rigorosos e secos. É a leguminosa forrageira mais cultivada no Rio Grande do Sul, onde encontra ampla adaptação. Como leguminosa, necessita de inoculante específico para que ocorra uma nodulação abundante e a fixação biológica de nitrogênio ocorra de forma satisfatória. Proporciona considerável cobertura de solo. (FONTANELI et al., 2012, p. 306).

#### **2.4.4. Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L)**

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L) é importante no processo de rotação de culturas, devido à sua capacidade de ciclagem de nutrientes e de produção de massa verde, suas raízes descompactam o solo, permitindo um preparo biológico do mesmo na rotação de culturas e na alimentação animal. Apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tornando-se uma espécie importante na rotação de culturas. No Brasil, o cultivo ocorre principalmente nas regiões de clima frio e úmido como Sul, Sudeste e Centro-Oeste, mas também pode ser cultivada em clima tropical. (FADUL, 2019)

É uma espécie tolerante à seca e à geada, sendo uma opção de cultivo para outono e inverno, desenvolve-se razoavelmente em solos fracos com problemas de acidez e é bastante resistente a doenças e pragas, não exigindo muito preparo do solo para seu cultivo. Essa espécie tem alta taxa de decomposição da palhada e é de rápida liberação de nutrientes para as culturas sucessoras, alguns autores verificaram que a quantidade de nutrientes liberada até o estágio de pré-florescimento é elevada, com acúmulo aproximado de 57,2 kg ha<sup>-1</sup> de N, 15,3 kg ha<sup>-1</sup> de P, 85,7 kg ha<sup>-1</sup> de K, 37,4 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 12,5 kg ha<sup>-1</sup> de Mg e 14,0 kg ha<sup>-1</sup> de S e produção média de 2.938 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca de parte aérea Filho et al., (2012).

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.) é uma crucífera, anual, alógama, herbácea e ereta. É uma planta muito vigorosa, que em 60 dias de cultivo cobre cerca de 70% do solo. O ciclo da planta é anual; o plantio ocorre entre abril e maio e o período de produção de forragem dura três meses. O florescimento ocorre 80 dias após o plantio e a floração permanece por mais de 30 dias, mostrando-se útil à criação de abelhas que produzem então um mel de boa qualidade. Aos 120 dias alcança a maturação e a altura da planta varia de 1 m a 1,80 m (LIMA et al., 2007).

### **2.5. Consorciação de forrageiras de inverno**

Segundo Fontaneli (2009) a consorciação das diferentes forrageiras de inverno se destaca como alternativa visando aumentar o período de oferta de forragem e pastejo com maior valor nutritivo, produtividade, além de aumentar o aporte de N no sistema através da implantação de espécies fixadoras de N atmosférico. Entre as leguminosas de

inverno destacam-se as ervilhacas (*Vicia* spp.), a ervilha-forrageira (*Pisum* sp.) e o trevo-vesiculoso (*Trifolium vesiculosum Savi*), este mais tardio e mais produtivo. Para que uma mistura seja eficiente, e a produtividade maximizada dentro do consórcio é necessário que uma espécie não prejudique o desenvolvimento da outra, em termos de competição por luz ou absorção de nutrientes.

A quantidade de N acumulada durante o ciclo de espécies leguminosas, como a ervilhaca comum (*Vicia sativa L*), pode chegar a 220kg ha<sup>-1</sup> (MONEGAT, 1991). Cerca de 60% do N presente na matéria seca da parte aérea desta espécie é liberado durante os primeiros 30 dias após seu manejo, isso permite reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos consequentemente, o custo de produção e o risco de contaminação ambiental devido à lixiviação de nitrato. (AITA; GIACOMINI, 2003).

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L*) por ser da família Brassicaceae, não possui a capacidade de fixar N atmosférico, porém tem alta capacidade de extrair N de camadas mais profundas do solo, podendo chegar a 220kg ha<sup>-1</sup> de N reciclado (HEINZMANN, 1985). Outras vantagens de sua utilização nos consórcios com outras espécies são: desenvolvimento inicial da planta muito rápido, alto rendimento de matéria seca e ciclo curto. O nabo forrageiro apresenta maior velocidade inicial de acúmulo de matérias fresca e seca em relação à aveia preta e à ervilhaca comum (JUNIOR et al., 2004).

No caso do consórcio de duas ou mais gramíneas forrageiras de inverno sem a utilização de espécies leguminosas pode-se combinar os picos de produção de matéria seca (MS), que são atingidos em diferentes épocas, resultando no aumento da produção e do período de utilização da pastagem. A consorciação de gramíneas anuais de inverno como o trigo de duplo propósito, centeio, aveia e azevém pode ser muito eficiente na possibilidade de prolongar o tempo de pastejo nos períodos críticos (FONTANELI et al., 2009).

Segundo Silva et al., (2007) os sistemas consorciados de espécies como aveias, ervilhacas e nabo forrageiro é altamente recomendável por sua eficiência na cobertura vegetal do solo e maior fixação ou reciclagem de nutrientes, principalmente de N. As espécies forrageiras de inverno, quando cultivadas em cultivos solteiros, apresentam vantagens e desvantagens tornando difícil a indicação de uma espécie que reúna somente aspectos desejáveis. O uso de sistemas consorciados com diferentes espécies pode propiciar uma boa produção de massa fresca, reverter o processo de degradação das pastagens e favorecer a formação de uma quantidade de resíduos de cobertura de solo mais próxima da ideal.

## 2.6. Manejo da fertilidade do solo na produção de forrageiras

Assim como qualquer outra cultura agrícola uma boa correção do solo em conjunto com uma adubação criteriosa é condição essencial para o sucesso do estabelecimento de espécies forrageiras. De acordo com Santos et al., (2002) são necessários estudos específicos para a introdução de novas espécies forrageiras com maior valor nutricional que se traduza em maior produtividade, ganho de peso e produção de leite. Uma pastagem sustentável deve manter a produção animal e vegetal ao longo dos anos e ser resistente às condições climáticas; para tal, há necessidade de garantir nutrição adequada a essas plantas. Em um sistema pastoril sustentável os nutrientes minerais devem ser conservados ou repostos e os nutrientes devem estar em suas formas disponíveis para serem assimilados rapidamente.

Práticas de manejo da fertilidade do solo, como a calagem, são fundamentais para o bom desempenho das pastagens e podem alterar a dinâmica de nutrientes, de forma a estabelecer um equilíbrio no sistema solo-planta-animal ou, ainda melhorar essas relações visando à sustentabilidade. Além da calagem, a adição e reposição da matéria orgânica, adubações de manutenção adequadas (quantitativa e qualitativamente) também são de extrema importância para o desempenho das pastagens, sobretudo no Brasil, onde a prática mais comum é a utilização de espécies com baixa exigência em fertilidade, como as gramíneas do gênero *Brachiaria* (JÚNIOR; VILELA, 2002).

### **2.6.1. Fertilização orgânica e matéria orgânica do solo**

A matéria orgânica do solo apresenta funções que podem ser descritas como funções de “fertilidade”, do ponto de vista de técnicos e agricultores e funções “ambientais” funcionando, por exemplo, como componente central do balanço global do carbono, sendo um compartimento de carbono muito maior do que aqueles observados na atmosfera e na biota. Do ponto de vista de técnicos e agricultores, o papel da matéria orgânica é relevante na formação de agregados estáveis influenciando diretamente a estrutura do solo e, portanto, a infiltração de água, capacidade de retenção de água, aeração e resistência ao crescimento de raízes. Em situações em que a umidade do solo é o principal limitante para o crescimento das plantas, os maiores impactos da matéria orgânica são sobre os componentes físicos do solo. (MACHADO, 2001)

A matéria orgânica do solo é considerada uma das principais fontes de energia e nutrientes no sistema, capaz de manter a produtividade dos solos em geral. Do ponto de vista biológico a adição de resíduos orgânicos favorece consideravelmente a proliferação e a atividade de bactérias, fungos e actinobactérias. Os microrganismos são vitais em muitos processos que ocorrem no solo, como a decomposição e mineralização da matéria orgânica, as transformações do nitrogênio como amonificação, nitrificação e desnitrificação, a fixação biológica de nitrogênio atmosférico e a produção de hormônios aleloquímicos (XAVIER et al., 2006).

Do ponto de vista químico, a matéria orgânica inegavelmente pode concentrar e fornecer todos os elementos químicos necessários para o desenvolvimento das plantas, considerando os sistemas orgânicos de produção, uma forma alternativa de fornecer Nitrogênio é através do uso de esterco de curral normalmente abundante nas propriedades produtoras de leite. De acordo com Leonel et al., (2008) os estercos contêm altos teores de N, P e K, dentre outros nutrientes. Uma vez que o gado pode eliminar de 40 à 50% de sua ingestão através das fezes, nelas podem estar contidos 75% do nitrogênio, 80% do fósforo e 85% do potássio presentes no alimento, o que significa que mais da metade do conteúdo total de nutrientes ingerido originalmente pode ser reciclado.

É relevante destacar que o uso deste tipo de insumo apresenta inúmeras vantagens, não só pelos inúmeros benefícios que o uso desse tipo de material promove no solo, mas por que a bovinocultura leiteira, como as demais atividades pecuárias, pode causar impactos negativos no ambiente decorrentes do manejo incorreto dos resíduos e a consequente disposição inadequada destes, aumentando o risco de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, e de emissões de gases e odores.

Segundo Cantarella et al. (2002) a distribuição desuniforme e localizada dos dejetos em carreadores, áreas de descanso, nas proximidades do curral, etc., é um fator que leva a grandes perdas de nutrientes no sistema solo planta, pois a concentração de

nutrientes nos dejetos é elevada, além do esterco é preciso considerar também a urina que contém altas concentrações de N e K na área atingida. A deposição dos nutrientes em áreas em que eles possam ser pouco aproveitados ou carreados para fora do sistema, além de causar poluição, favorece a perda de N por volatilização.

Entende-se que o manejo dos dejetos leiteiros é de extrema relevância, e que com o uso de práticas e tecnologias adequadas, é possível minimizar os impactos ambientais. Assim, a utilização de resíduos orgânicos na adubação das pastagens, além de diminuir os problemas de contaminação pode reduzir os custos de produção, oferecendo boas concentrações de nutrientes para as plantas, principalmente de Nitrogênio. Portanto, o uso de estercos é uma alternativa de custo bem inferior a adubos formulados, tornando-se uma ótima opção para os pecuaristas (CASTRO et al., 2016).

### **2.6.2. Acidez e calagem**

As exigências das forrageiras, quanto ao clima (temperatura, quantidade e distribuição de chuvas) e solo (condições físicas e químicas), devem ser consideradas na seleção da espécie ou cultivar para determinado local (MARCHEZAN et al., 2002). Segundo Wiethölter (2000) as condições químicas do solo constituem um dos componentes do sistema que pode ser mais facilmente modificada pelo homem. A maioria dos solos brasileiros apresenta, em geral, elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e deficiências de nutrientes, principalmente, cálcio, magnésio e fósforo.

A correção dessas características químicas indesejáveis viabiliza o estabelecimento e a sustentabilidade de pastagens produtivas. Deve-se também lembrar que as forrageiras, em geral, adaptadas às condições de solos ácidos, nem sempre respondem positivamente à calagem. Contudo, a necessidade de corretivo vai depender da interação entre solo, espécie forrageira, tipo de exploração e nível tecnológico. Além disso, a correção da acidez do solo contribui para o estímulo da atividade microbiana, aumento da disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas, melhoria da fixação biológica de nitrogênio nas leguminosas, conservação ou aumento no teor de matéria orgânica no solo (LOPES; EVANGELISTA, 2012).

Segundo Fortes (2008) os critérios de recomendação de calagem dependem dos objetivos e dos princípios analíticos envolvidos, estando o próprio conceito de necessidade de calagem (NC) relacionado com o que se pretende com essa prática. A necessidade de calagem está relacionada com o teor e o tipo de argila e o teor de matéria orgânica no solo, que caracterizam a capacidade tampão da acidez. Em Minas Gerais, para estimar a NC são utilizados dois métodos: neutralização da acidez trocável, elevação dos teores de cálcio e de magnésio trocáveis; e elevação da saturação por bases.

Em áreas destinadas ao estabelecimento ou renovação de uma pastagem, o calcário deve ser aplicado e incorporado ao solo, na profundidade de 20 cm, por ocasião do preparo do solo, 20 a 30 dias antes da semeadura ou plantio da forrageira e, se possível, com o solo úmido. Para pastagem estabelecida, o cálculo da quantidade de calcário deverá considerar a profundidade efetiva de incorporação natural de 5 cm para solos argilosos e 10 cm para solos arenosos. A calagem de manutenção, que é feita em pastagem estabelecida, mesmo que tenha sido efetuada a correção da acidez antes do estabelecimento, vai depender do nível tecnológico, da fonte de nitrogênio utilizada, do manejo da pastagem e da forrageira utilizada. A partir do segundo ano, quando se intensifica o processo de acidificação do solo poderá haver necessidade de aplicação de

calcário para manter a produtividade e a sustentabilidade das pastagens. Nessa condição recomenda-se a aplicação superficial do corretivo no início do período chuvoso, após o rebaixamento da pastagem (SOUZA et al., 2016).

### **2.6.3. Deficiência de nutrientes no solo e fertilização no cultivo de forrageiras**

#### **2.6.3.1. Nitrogênio**

O Nitrogênio é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas, cerca de 90% do Nitrogênio total da planta encontra-se na forma orgânica, e está diretamente relacionado com a composição de aminoácidos e proteínas, é constituinte de enzimas, vitaminas, carboidratos e da clorofila, que confere coloração verde as folhas e atua diretamente na fotossíntese (MARIA; FERREIRA, 2012).

Geralmente observamos como sinais gerais de deficiência desse nutriente, coloração verde pálida ou amarelada nas folhas (principalmente nas mais velhas). Em casos mais graves as folhas apresentam coloração marrom, com aspecto de queimadas, e as plantas também apresentam inibição do crescimento das raízes e da parte aérea, com redução na produtividade de grãos e frutos. A deficiência do nitrogênio limita severamente o desenvolvimento das plantas. (OLIVEIRA et al., 2010).

A fonte primária deste elemento é o ar, mas para ser absorvido pelas plantas ele precisa ser fixado ou combinado a outros elementos. A fixação biológica do Nitrogênio atmosférico (FBN) depende da presença de bactérias fixadoras de vida livre ou que se desenvolvem nas raízes de algumas espécies específicas, principalmente leguminosas. (PERIN et al., 2004).

O fornecimento de nitrogênio via adubação é essencial para complementar os teores geralmente baixos desse nutriente em relação às necessidades das plantas. As fontes nitrogenadas sintéticas mais utilizadas na agricultura brasileira são a ureia e o sulfato de amônio. A ureia apresenta 45% de nitrogênio, e o sulfato de amônio 21% de nitrogênio e 23% de enxofre. No Brasil, cerca de 52% do Nitrogênio é consumido na forma de ureia, 19% como sulfato de amônio e 12,1% como nitrato de amônio (DA SILVA et al., 2010).

Entre as principais fontes orgânicas de N encontramos o esterco equino (1,44 %N), o esterco bovino (1,67 %N), o esterco suíno (1,86 %N), o esterco de galinha (2,76 %N), a torta de amendoim (7,65 %N), a torta de coco (4,37 %N), a torta de soja (6,56 %N), a torta de usina de cana-de-açúcar (2,19 %N), torta de mamona (12,11%N), entre outros (SILVA et al., 2012).

#### **2.6.3.2. Fósforo**

O Fósforo é um importante macronutriente, componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucléicos, fosfolipídeos, e também da adenosina trifosfato (ATP). O suprimento adequado de fósforo é essencial desde os estágios iniciais de crescimento da planta. De uma maneira geral a deficiência de fósforo pode reduzir tanto a respiração como a fotossíntese; a síntese de ácido nucléico e de proteína, dessa maneira induzindo a acumulação de compostos nitrogenados solúveis no tecido, a deficiência também pode promover a diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas, redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, redução na produção de matéria seca e na produção de sementes (GRANT et al., 2001).

O fósforo encontra-se disponível para as plantas em baixa quantidade nos solos brasileiros que, por serem acentuadamente intemperizados, apresentam capacidade de troca catiônica reduzida e adsorção aniônica alta. Esta condição proporciona redução na saturação de bases, com aumento gradual na retenção de ânions, como o fosfato, sulfato e molibdato, entre outros (OURIVES et al., 2010).

Segundo Granti et al., (2008) o fósforo é o nutriente que mais limita a produção vegetal em regiões tropicais, uma das principais maneiras de fornecer fósforo às plantas, é por meio da utilização de fertilizantes fosfatados, contudo, o fósforo é relativamente imóvel no solo e assim permanece próximo ao local em que o fertilizante foi colocado. Os fosfatos procedentes do fertilizante reagem com o Ca e o Mg nos solos com alto pH para formar compostos de baixa solubilidade, estes compostos são menos disponíveis para a planta que os adubos fosfatados e tornam-se cada vez menos disponíveis com o tempo, dessa forma, além do adequado posicionamento do fertilizante fosfatado (abaixo da linha de semeadura), deve-se atentar para parâmetros de solo como o valor do pH.

As principais fontes de fósforo sintéticas são: fosfato monoamônico ou MAP (10% de N e 46 a 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); fosfato diamônico ou DAP (16% de N e 38 a 40% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); superfosfato simples ou super simples (16 a 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 18 a 20% de Ca); superfosfato triplo ou super triplo (41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 7 a 12% de Ca); e termofosfato (18 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9% de Mg, 20% de Ca e 25% de SiO<sub>4</sub>) (KORNDÖRFER; MELO, 2009).

Em sistemas orgânicos de produção, a utilização de farinha de ossos com teores médios de: 1,5% de N; 16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total; 12% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico; e 16% de Ca, é uma excelente alternativa para a adubação fosfatada. A farinha de ossos apresenta ainda pequenas quantidades de sódio, potássio e dependendo da lavagem, o ferro proveniente do sangue. (MIYAHARA; TOFFOLI, 2007).

Muitos pesquisadores já comprovaram a eficiência e as vantagens do uso da farinha de ossos para o desenvolvimento das culturas agrícolas, como Caione et al. (2011) que demonstraram o bom desempenho do insumo para cana-de-açúcar, Cavallaro et al. (2009) que verificaram o mesmo para a cultura da rúcula e do tomate, e Pires et al. (2008) que apontaram um melhor desenvolvimento das plantas na cultura do maracujá.

Além da farinha de ossos uma excelente opção permitida nos sistemas orgânicos de produção são os fosfatos tratados termicamente (NOVAIS et al., 2007). Segundo Pereira; Faria (1998), os fosfatos naturais de Gafsa, da Tunísia, Arad de Israel e Carolina do Norte, todos de origem sedimentar, são mais eficientes em suprir P para plantas de ciclo curto, por apresentar um teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico igual ou superior a 30% do teor total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### 2.6.3.3. Potássio

Após o nitrogênio o potássio é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas culturas. Entre suas funções nos vegetais o potássio exerce participação nos processos de translocação de açúcares, abertura e fechamento de estômatos e a regulação osmótica. A deficiência de potássio reduz o crescimento das plantas, além de demonstrar necrose nas bordas e leve enrugamento das folhas, normalmente os sintomas iniciam nas folhas mais velhas e progridem para as mais novas, sendo esse um comportamento típico de nutriente com alta mobilidade no interior da planta (MALAVOLTA, 1986).

Diferentemente do nitrogênio, não existem fontes renováveis de potássio, sua disponibilidade às plantas depende essencialmente das reservas do solo e da aplicação

de fertilizantes. No Brasil, o problema se agrava pelo fato dos solos serem pobres em minerais contendo potássio e apresentarem baixa capacidade de retenção de cátions o que favorece a lixiviação do potássio oriundo dos fertilizantes para as camadas mais profundas do solo (HURTADO et al., 2007).

Os principais fertilizantes potássicos utilizados na agricultura são o cloreto de potássio - KCl (60 a 62% de K<sub>2</sub>O e 48% de Cl), o sulfato de potássio - K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (50 a 53% de K<sub>2</sub>O e 17% de S), o nitrato de potássio - KNO<sub>3</sub> (44 a 46% de K<sub>2</sub>O e 13 a 14% de N) e o sulfato de potássio e magnésio - K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.2MgSO<sub>4</sub> (22% de K<sub>2</sub>O, 22% de S e 12 a 18% de Mg). Dentre essas fontes, o KCl representa a maior parte do mercado, com aproximadamente 95% de todo o potássio usado na agricultura (PASSAM et al., 2001).

Devido à alta solubilidade do potássio, geralmente os fertilizantes orgânicos mais utilizados apresentam baixos teores desse elemento. Com isso, existe uma demanda por fontes alternativas de potássio que possam ser utilizadas em sistemas orgânicos de produção, em que o KCl e as outras fontes sintéticas não podem ser aplicadas. Na produção orgânica é permitido apenas o uso de sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio, obtidos por procedimentos físicos, não enriquecidos por processo químico e não tratados quimicamente para o aumento da solubilidade (BRASIL, 2008).

Uma excelente fonte alternativa e barata de potássio que muitas vezes é descartada nas unidades de produção agrícola é a cinza, resíduo proveniente da queima da madeira, que dependendo de sua origem, pode apresentar elevados teores de K, P, Ca e Mg. A cinza pode ser utilizada como suplemento, dependendo do balanço nutricional existente no sistema solo planta representado pelos teores de nutrientes disponíveis no solo e pelas exigências da cultura para atingir certo nível de produtividade (LIMA et al., 2009).

A aplicação de cinza de madeira, em plantios agrícolas, é uma das formas de reposição dos nutrientes exportados do solo pelas colheitas. A utilização de cinza de madeira reduz a necessidade do uso de fertilizantes químicos, contribuindo para a redução da acidificação do solo e aumento do suprimento de cálcio. Alguns trabalhos realizados com azevém, mostraram aumento na produção de massa seca com a aplicação de 10 toneladas ha<sup>-1</sup> de cinza de madeira em relação ao tratamento sem cinza (MATTAR et al., 2014).

Segundo Moretti (2020) pesquisas realizadas em casa de vegetação e em condições de campo, têm demonstrado grande praticidade no uso das cinzas, contudo é necessário conhecer a composição química deste insumo, evitando-se deficiências ou toxicidade devido ao excesso de alguns nutrientes como Ca e Mg, que competem significativamente com outros cátions, especialmente K, pelos sítios ativos de absorção na membrana celular das raízes, ainda segundo o mesmo autor, as cinzas de bracatinga, eucalipto apresentam valores expressivos de Ca, Mg, em alguns casos os teores de Zn, Cu, Mn, mostraram-se muito superiores quando comparados a amostras de calcário do estado de São Paulo. Em experimento conduzido em casa de vegetação as cinzas de eucalipto apresentou grande capacidade de aumentar o rendimento de matéria seca de aveia preta.

## **2.7. A fertilização do solo em sistemas agroecológicos de produção**

De acordo com a legislação brasileira, sistema orgânico de produção agropecuário é todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à

integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo: promover a sustentabilidade econômica e ecológica; maximizar benefícios sociais; minimizar a dependência por energia não renovável; empregar, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos; eliminar o uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição, comercialização; e proteger o meio ambiente. (Brasil, 2003).

Quanto ao uso de insumos, o sistema orgânico de produção vegetal tem como premissa a utilização de insumos orgânicos ou minerais em que o processo de obtenção, utilização e armazenamento não comprometam a qualidade do habitat natural e do agroecossistema, não representando ameaça ao meio ambiente e à saúde humana e animal (Brasil, 2008).

Os insumos orgânicos são produtos de origem animal ou vegetal, obtidos no meio rural, áreas urbanas ou ainda em agroindústrias. Estes insumos podem ser enriquecidos com nutrientes de origem mineral e podem ser divididos em quatro tipos principais: fertilizantes orgânicos simples, fertilizantes orgânicos mistos, fertilizantes orgânicos compostos e fertilizantes organominerais (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008).

- Fertilizantes orgânicos simples: são produtos com uma única origem, animal ou vegetal. Exemplos: estercos animais e torta de mamona.

- Fertilizantes orgânicos mistos: são obtidos a partir da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples. Exemplo: cinzas (fonte principalmente de K) + torta de mamona (fonte principalmente de N).

- Fertilizantes orgânicos compostos: são produzidos por um processo químico, físico, físico-químico ou bioquímico, sempre a partir de matéria prima orgânica, tanto vegetal como animal. Pode ser enriquecido com nutrientes de origem mineral. Exemplos: composto orgânico, vermicomposto.

- Fertilizantes organominerais: não passam por nenhum processamento específico, são simplesmente o produto da mistura de fertilizantes orgânicos (simples ou compostos) com fertilizantes minerais. No caso específico da agricultura orgânica, estes fertilizantes minerais a serem misturados devem ser naturais (não sintéticos) e de baixa solubilidade, permitidos pela legislação para produção orgânica de alimentos.

Somente fertilizantes minerais de origem natural e de baixa solubilidade são permitidos na agricultura orgânica, como por exemplo: fosfatos naturais, calcários e pós de rocha. Em situações específicas, para uso restrito, uma vez constatada a necessidade de adubação com nutrientes específicos, com autorização da certificadora podem ser utilizados: termofosfatos, sulfato de potássio, sulfato duplo de potássio e magnésio de origem natural, sulfato de magnésio e micronutrientes.

## **2.8. A técnica da pesquisa-ação como estratégia norteadora na socialização de conhecimentos e a consolidação de novos saberes**

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa participante, engajada, em oposição a pesquisa tradicional que é considerada independente, não reativa e objetiva. Como o próprio nome já diz, a pesquisa-ação procura unir a pesquisa à ação (FRANCO, 2005).

É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações onde o pesquisador também é uma pessoa da prática e deseja melhorar de forma participativa e colaborativa a compreensão pessoal e coletiva desta. Uma das características deste tipo de pesquisa é que através dela se procura intervir na prática de modo inovador já no decorrer do

próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto (GIOVANI, 1994).

Segundo Costa (1991) metodologias de pesquisa de caráter participativo ganharam repercussão mundial a partir do Primeiro Simpósio Mundial sobre Pesquisa Participativa, realizado em Cartagena, na Colômbia, em 1977. Essas metodologias fundamentam-se na participação ativa dos grupos sociais, no processo de tomada de decisões sobre assuntos que lhes dizem respeito, com vistas à transformação social, não se tratando, portanto, de uma simples consulta popular, mas sim do envolvimento dos sujeitos da pesquisa em um processo de reflexão, análise da realidade, produção de novos conhecimentos e enfrentamento dos problemas.

No Brasil desde a década de setenta, um pesquisador e autor de citação quase que obrigatória, e que trouxe enormes contribuições para as metodologias e os conceitos da pesquisa-ação é Michel Thiolent (LIMA, 2006). A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de problemas de ordem coletiva. Os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema a ser resolvido, estão mutuamente envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1986). Segundo Haguete (1999), esta metodologia parte de um princípio ético de que a ciência não pode continuar sendo apropriada por uma elite culturalmente dominante, conforme tem ocorrido historicamente, mas deve ser socializada em seu processo de produção e uso.

As modalidades ou abordagens da pesquisa-ação são separadas, compreendidas de forma distinta e aplicadas de acordo com as características particulares e os objetivos de cada projeto, as abordagens conhecidas são: Pesquisa-ação participante, Pesquisa-ação integral e sistêmica, Pesquisa-ação colaborativa, Pesquisa-ação colaborativa/comunicacional, Pesquisa-ação crítico-colaborativa, Pesquisa-ação emancipatória. (TOLEDO; JACOBI, 2013).

Antuniassi (2016), considera que dentro das políticas públicas, propostas e projetos desenvolvidos no âmbito da assistência técnica e extensão rural a metodologia da pesquisa-ação é altamente apropriada e recomendada, pois constitui um processo democrático em que pesquisadores, técnicos e grupos sociais observados, são igualmente capazes de compreender e agir nas comunidades rurais que buscam o auxílio dos diferentes atores da extensão rural diante de problemas colocados no desenrolar do vivenciado processo social.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Com base em estudo de caráter qualitativo e quantitativo, onde se investigou fenômenos ocorridos no contexto da vida real (YIN, 2005), a pesquisa foi realizada na microbacia do Ribeirão das Furnas no município de Aiuruoca – MG, junto aos agricultores familiares. Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas estratégias participativas tendo como referência metodológica princípios da pesquisa-ação, de forma a garantir o maior envolvimento possível dos agricultores nas diferentes etapas do trabalho (CAMPOLIN; FEIDEN, 2011).

Assim, apresentou-se aos agricultores hipóteses de solução de dois problemas locais, um relacionado à escassez de forragem para alimentação do gado no período de inverno, e outro associado à demanda por adubos adequados a realidade local. Nesse sentido, implantou-se unidade de observação com o propósito de avaliar o potencial de inserção do uso de forrageiras de inverno nos sistemas de produção locais, associando o cultivo destas sob diferentes estratégias de adubação.

#### 3.1. Local

A unidade de observação foi desenvolvida no Sítio Ânima – Agroecologia (**Figura 1**) que está localizado na zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP) (**Figura 2**), na microbacia do Ribeirão das Furnas no município de Aiuruoca – MG, no período compreendido entre junho e agosto de 2020. O local da unidade de observação encontra-se há aproximadamente 1.100 m de altitude, latitude 21°57'16" S, longitude 44°42'43" O.

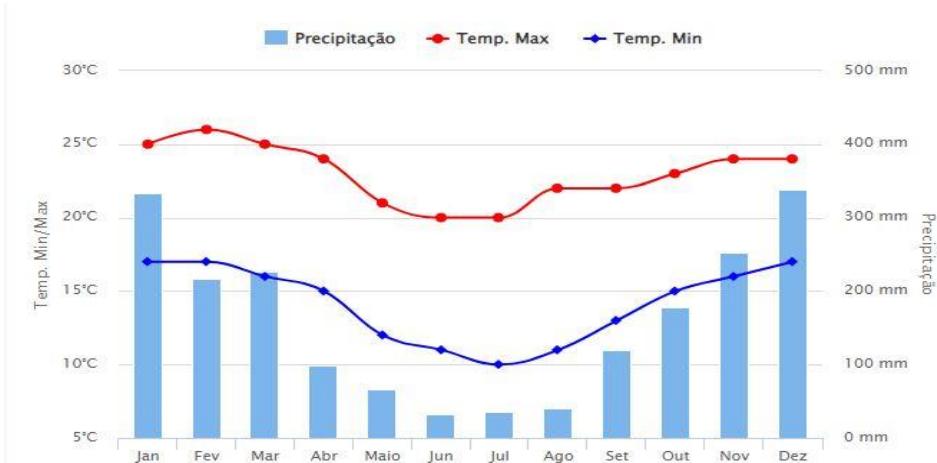


**Figura 1.** Vista aérea do Sítio Ânima. Os limites da unidade de produção estão representados na cor amarela, o ribeirão das Furnas na cor azul e, na cor roxa, nascente existente no local. Fonte: Google Earth.



**Figura 2.** Paisagem geral do Parque Estadual da Serra do Papagaio vista a partir do Sítio Âima.  
Fonte, J. Felipe.

O clima local é Tropical de Altitude segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 32°C e mínima de 3°C, com um período de seca marcante de abril a setembro e chuvas concentradas de outubro a março, (**Figura 3**) (INMET, 2017).



**Figura 3.** Médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e do índice pluviométrico registrados entre os anos de 2015 e 2020 no Sítio Âima.

Fonte: J. Felipe

A área da unidade de observação apresenta relevo suave-onulado, com declividade média de 6%, e o tipo de solo predominante na região é o Cambissolo distrófico (MERIDIONAL, 2014). A análise de solo realizada pelo laboratório de Análises da Faculdade de Agronomia da Universidade de Taubaté, feita a partir de amostragem realizada em dezembro de 2019 na camada de 0 a 20 cm antes da implantação da unidade de observação, apresentou as seguintes características químicas: pH = 5,1; H<sup>+</sup>+Al<sup>+++</sup> = 2,4 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; P disponível = 2 mg/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,16 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>++</sup> = 1,5 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>++</sup> = 3 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; SB = 1,96 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC = 4,36 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>.

### 3.2. Implantação da unidade de observação

A área total utilizada com a unidade de observação foi de 288 m<sup>2</sup>, em que foram avaliadas duas espécies da família das gramíneas: aveia preta (*Avena strigosa*), cv. Embrapa 29; e aveia branca (*Avena sativa L.*), cv. IAC 7 Bellatrix; cultivadas solteiras (AP e AB), assim como em consórcio simples com uma espécie da família das leguminosas: ervilhaca (*Vicia sativa*), cv. comum (APE e ABE); e em consórcio triplo em que incluiu-se uma terceira espécie, no caso da família das crucíferas o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), cv. Comum (APENF e ABENF). Esses seis sistemas de cultivo das forrageiras avaliadas foram submetidos a quatro estratégias de adubação: controle sem calagem e sem adubação (CON); somente calagem (CAL); calagem + fertilizantes sintéticos (NPK 4:14:8 no plantio + ureia em cobertura aos 45 dias) (CFS); calagem + fertilizantes orgânicos (esterco de curral bovino curtido + farinha de ossos + cinza de fogão à lenha) (CFO), totalizando 24 tratamentos (**Quadro 1**) (**Figura 4**) que foram conduzidos em parcelas de 12 m<sup>2</sup>, contendo em seu interior uma subparcela de 1 m<sup>2</sup> proxima ao centro da parcela para retirada das amostras (**Figura 5**).

**Quadro 1.** Esquema de distribuição no campo dos tratamentos com plantas forrageiras e estratégias de adubação, utilizados na unidade de observação no sítio Ânima.

|  |                             |   |   |                              |   |   |
|--|-----------------------------|---|---|------------------------------|---|---|
| (CON)<br>Controle                                | aveia<br>branca<br>(CON-AB) | aveia<br>branca<br>+<br>ervilhaca<br>(CON-AB/E) | aveia branca<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CON-AB/E/NF) | aveia preta<br>(CON-AP)      | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>(CON-AP/E)   | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CON-AP/E/NF)  |
| (CAL)<br>Somente<br>Calagem                      | aveia preta<br>(CAL-AP)     | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>(CAL-AP/E)     | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CON-AP/E/NF)  | aveia<br>branca<br>(CAL-AB)  | aveia branca<br>+<br>ervilhaca<br>(CAL-AB/E)  | aveia branca<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CAL-AB/E/NF) |
| (CFS)<br>Calagem +<br>Fertilizantes<br>químicos  | aveia<br>branca<br>(CFS-AB) | aveia<br>branca<br>+<br>ervilhaca<br>(CFS-AB/E) | aveia branca<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CFS-AB/E/NF) | aveia preta<br>(CFS-AP)      | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>(CFS-AP/E)   | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CFS-AP/E/NF)  |
| (CFO)<br>Calagem +<br>Fertilizantes<br>orgânicos | aveia preta<br>(CFO-AP)     | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>(CFO -AP/E)    | aveia preta<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CFO -AP/E/NF) | aveia<br>branca<br>(CFO -AB) | aveia branca<br>+<br>ervilhaca<br>(CFO -AB/E) | aveia branca<br>+<br>ervilhaca<br>+<br>nabo forrageiro<br>(CFO-AB/E/NF) |



**Figura 4.** Imagem geral da unidade de observação no sítio Ânima com as parcelas referentes aos 24 tratamentos utilizados. Fonte, J. Felipe



**Figura 5.** Imagem referente a unidade amostral ( $1\text{m}^2$ ) na parte central de parcela ( $3 \times 4\text{m}$ ) utilizada na unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe

### 3.3. Preparo do solo

O preparo do solo para instalação da unidade de observação consistiu em três arações (**Figura 6**) e uma gradagem em todas as parcelas, (**Figura 7**). As duas primeiras arações foram realizadas uma no final do mês de fevereiro e outra no final do mês de abril, quando foi realizada a aplicação de  $2\text{ Mg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico com PRNT 82%, incorporado na camada de 0 a 20 cm de profundidade. A última aração, foi realizada no ínicio de junho, com a gradagem sendo realizada em seguida. Os implementos utilizados foram, um arado de aiveca e uma grade leve de 10 discos de tração animal cedida pela EMATER-MG.



**Figura 6.** Imagem referente do início do preparo do solo da unidade de observação com a primeira aração, realizada com arado de aiveca puxado por duas juntas de bois, para a implantação da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe



**Figura 7.** Imagem referente à finalização do preparo do solo da unidade de observação com o nivelamento do terreno com gradagem, realizada com grade de dez discos puxada por duas juntas de bois, para a implantação da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe

As 24 parcelas foram distribuídas de acordo com o esquema apresentado no Quadro 1, de forma que, seguindo o nível do terreno, os tratamentos estivessem alinhados em quatro grupos de acordo com a adubação, tendo em cada um destes todos os tratamentos referentes a plantas forrageiras.

Os fertilizantes foram aplicados e incorporados uma semana antes do plantio na profundidade de 0-20 cm, com as doses estabelecidas de acordo com o resultado da análise inicial da fertilidade química do solo. Assim, nos tratamentos estabelecidos foram aplicados: 1.000 kg.ha<sup>-1</sup> de adubo NPK sintético (4-14-8); 900 kg.ha<sup>-1</sup> de farinha de ossos (16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 1.200 Kg.ha<sup>-1</sup> de cinza de fogão à lenha (valor médio de 6,5% de K<sub>2</sub>O); 5.000 kg.ha<sup>-1</sup> de esterco de curral bovino curtido; 133 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura após 45 dias da semeadura.

### 3.4. Semeadura

No dia anterior a semeadura foi retirada de cada parcela uma nova amostra de solo na profundidade 0 a 20cm, que posteriormente foi encaminhada para análise no laboratório da Embrapa Agrobiologia.

A semeadura foi realizada a lanço no dia 28/06/2020, com a seguinte densidade de sementes: 120 kg.ha<sup>-1</sup> de aveia preta; 140 kg.ha<sup>-1</sup> de aveia branca; 40 kg.ha<sup>-1</sup> de ervilhaca; e 35 kg.ha<sup>-1</sup> de nabo forrageiro. Para garantir maior uniformização na distribuição, em cada um dos tratamentos as sementes foram pesadas separadamente em 12 partes iguais que foram distribuídas em cada 1/12 das parcelas (1m<sup>2</sup>). Logo após a semeadura as sementes foram levemente incorporadas ao solo com a ajuda de um gadanho (**Figura 8**).

No dia seguinte a semeadura deu-se início a irrigação das parcelas de forma que o solo apresentasse condições de umidade necessárias para a germinação e desenvolvimento das plantas. Com base em experimento descrito por Primavesi et al., (2002), em intervalos de aproximadamente quatro dias, dependendo das condições climáticas, as parcelas receberam 12 mm.m<sup>-2</sup> de água, durante o período dos primeiros 35 dias após a semeadura (DAS). Após esse período o intervalo de irrigação passou a ser de 7 dias. (**Figura 9**). Como o local da Unidadde de Observação apresentava diferença de nível entre as parcelas, e a água era armazenada em caixa de 1000 litros chegando no local pela força da gravidade, o volume da vazão na mangueira era previamente verificado antes da irrigação de cada parcela pra compensar a diferença na vazão.



**Figura 8.** Imagem ilustrativa da subdivisão das parcelas para garantir uniformidade na distribuição das sementes, e do uso de gadanho para a cobertura destas com solo na implantação da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe

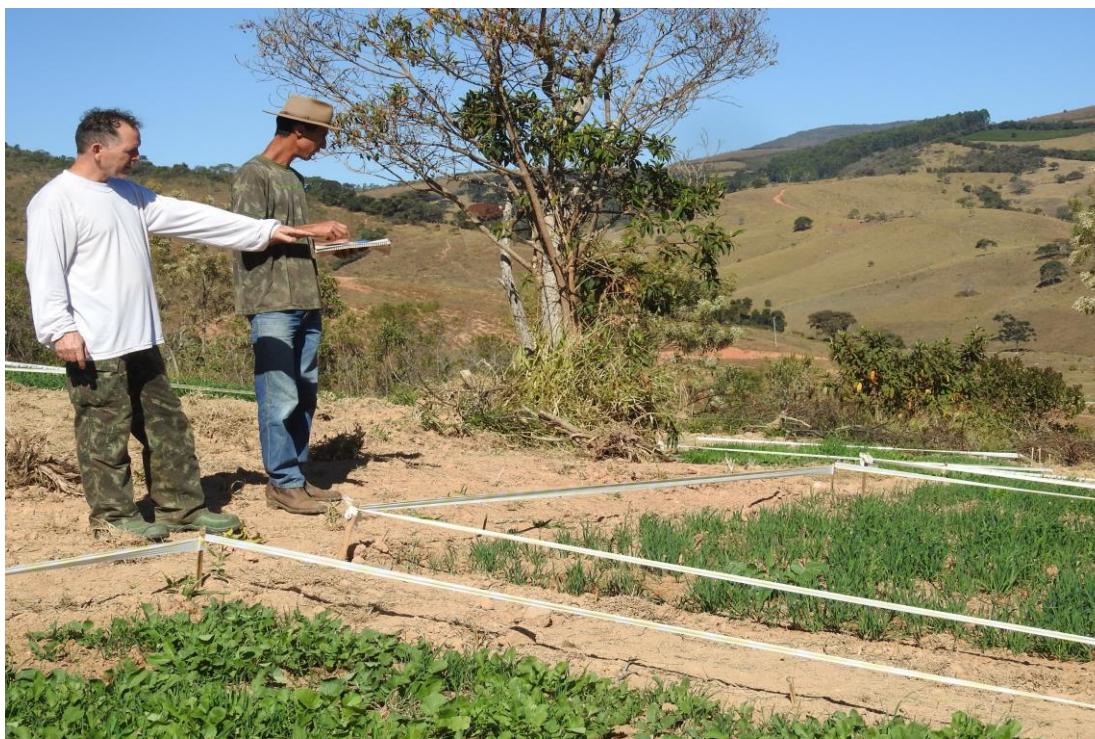
### 3.5. Registro e avaliação *in loco* com os produtores

Para registrar a cobertura do solo, foi feito o registro fotográfico (**Figura 9**) do desenvolvimento das plantas nas parcelas aos 7; 14; 21; 28 e 42 DAS, em uma altura aproximada de 1,40 m, de forma a enquadrar no visor da câmera fotográfica o gabarito, feito de sarrafos, referente a unidade amostral de 1m<sup>2</sup>.



**Figura 9.** Imagem referente ao registro fotográfico do desenvolvimento das plantas nas parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe

Em função da pandemia de COVID-19, a avaliação participativa *in loco* da taxa de cobertura do solo, e do desenvolvimento da fitomassa das espécies forrageiras testadas ficou restrita a três agricultores vizinhos onde a unidade de observação foi desenvolvida (**Figura 10**).



**Figura 10:** Avaliação participativa do desenvolvimento das plantas forrageiras, aos 25 dias após a semeadura, nas parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe

Para a avaliação participativa em questão utilizou-se sistema de notas individuais de 1 a 4, onde considerou-se: 1 (ruim); 2 (mediano); 3 (bom); 4 (excelente) para crescimento em altura das espécies e cobertura do solo prioritariamente. Após cada avaliação individual o desenvolvimento das plantas era discutido coletivamente, com os depoimentos registrados com gravador para posterior transcrição em caderno de campo. Para não haver risco de sugestionar as avaliações e consequentemente as notas, as diferentes estratégias de adubação utilizadas nos tratamentos só foram reveladas após a última avaliação.

### 3.6. Coleta das amostras

A coleta da biomassa aérea das plantas para análise de massa verde e massa seca foi realizada no dia 29/08/2020 (62 DAS), quando as plantas das duas espécies de aveia começaram a emitir as primeiras estruturas florais, as amostras obtidas nas parcelas foram cortadas no nível do solo, (**Figura 11**) identificadas e pesadas separadamente, no local da Unidade de Observação, para estimativa da massa verde (MV). Logo após, foram colocadas para pré secagem à sombra por 24 h (**Figura 12**), para em seguida serem retiradas alíquotas de 200 g de cada amostra, que foram embaladas em saco de papel e encaminhadas para o laboratório da Embrapa Agrobiologia, onde foi feita a determinação de massa seca (MS) obtida em estufa de circulação forçada à 65°C até a estabilização do peso.



**Figura 11:** Imagem referente à coleta de biomassa aérea das plantas forrageiras, em unidade amostral (1m<sup>2</sup>) de uma das parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. Fonte, J. Felipe



**Figura 12:** Imagem referente à pré-secagem à sombra por 24 h, da biomassa de parte das plantas forrageiras coletadas nas parcelas da unidade de observação no sítio Ânima. J. Felipe

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Produtividade de massa fresca da parte aérea

A aveia branca é uma gramínea que promove a melhoria dos atributos químicos e físicos do solo e influencia assim o rendimento de culturas subsequentes, não exige muito da condição do solo, mas demonstra ótima resposta à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. Seu desenvolvimento ocorre nas épocas mais frias do ano, com sua semeadura, a lanço ou em linhas, podendo ser realizada de março a junho. No caso do plantio ser feito a lanço com a intenção de se obter cobertura de solo, deve-se fazer um acréscimo de 30 a 50% na quantidade de sementes, a produção de massa verde pode alcançar 30 Mg.ha<sup>-1</sup> ao final do ciclo de 110 a 120 dias, levando-se em conta a escolha da cultivar e uma série de outros fatores como por exemplo, clima e fertilidade do solo (MACHADO 2000).

A correção dos níveis de fertilidade do solo, seja através de fontes sintéticas ou orgânicas, demonstrou através da unidade de observação ser condição essencial para a produção de forrageiras em níveis satisfatórios. Com relação aos resultados na produção de massa verde pode ser observada nas parcelas com aveia-branca (*Avena sativa L.*) em sistema solteiro e em consórcio (Tabela 1) que houve diferenças significativas na produção total de massa verde entre as espécies nas parcelas com fertilizantes sintéticos (CFS) ou orgânicos (CFO), quando comparadas com as parcelas controle (CON) e com calcário (CAL).

Na produção de massa verde por espécies nas parcelas sob os diferentes tratamentos de fertilidade houve uma variação para a aveia branca de 1660 kg ha<sup>-1</sup> a 9320 kg ha<sup>-1</sup> no sistema solteiro, 1240 kg ha<sup>-1</sup> a 8620 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio com a ervilhaca e 700 kg ha<sup>-1</sup> a 4540 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio com ervilhaca e nabo forrageiro (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade de massa fresca de aveia branca em monocultivo e consorciada à ervilhaca e ao nabo forrageiro nas condições climáticas do inverno da Microrregião do Ribeirão das Furnas no período de 28/06/2020 a 29/08/2020.

| Adubação                           | Sistemas de cultivo das espécies de plantas forrageiras |                          |  |      |     |       |
|------------------------------------|---|--------------------------|--|------|-----|-------|
|                                    | aveia branca  | aveia branca + ervilhaca | aveia branca + ervilhaca + nabo forrageiro |      |     |       |
|                                    |   |                          | Kg ha <sup>-1</sup>                        |      |     |       |
| Controle                           | 1780  | 1700                     | 220  | 700  | 140 | 1000  |
| Calagem                            | 1660  | 1240                     | 220  | 1260 | 240 | 1560  |
| Calagem + Fertilizantes Sintéticos | 9320  | 7720                     | 360  | 4540 | 100 | 8100  |
| Calagem + Fertilizantes orgânicos  | 6480  | 8620                     | 420  | 3000 | 140 | 13220 |

Considerando que segundo Costa et al., (1992) a produção da ervilhaca pode variar entre 20 a 30 Mg.ha<sup>-1</sup> de massa verde, e que experimento conduzido por Tasca, (2011) obteve rendimento de massa foliar de ervilhaca de 1376 kg ha<sup>-1</sup>, os resultados obtidos para a produção de massa vegetal de ervilhaca na unidade de observação não foram bons em qualquer das estratégias utilizadas de adubação ou de sistema de cultivo.

No consórcio simples com a aveia branca a ervilhaca (*Vicia sativa L.*) variou de 220 kg ha<sup>-1</sup> a 420 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que no consórcio triplo com aveia branca e nabo forrageiro a variação foi de 100 kg ha<sup>-1</sup> a 240 kg ha<sup>-1</sup>; nesse caso, nos tratamentos T3 e T4 que receberam fertilizantes sintéticos e orgânicos respectivamente o desempenho da ervilhaca foi ainda menor que nos tratamentos T1 e T2 que não receberam nenhum tipo de fertilizante demonstrando que aparentemente no consórcio triplo o nabo forrageiro foi a espécie mais eficiente e competitiva no aproveitamento dos nutrientes disponíveis

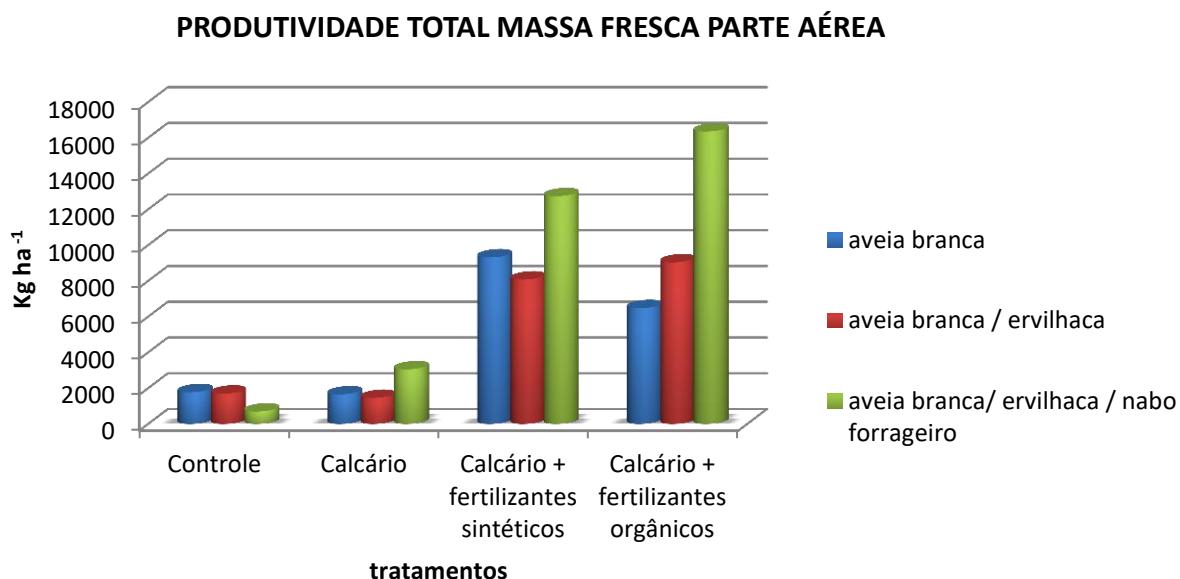
Heinrichs et al., (2001) analisando a produção de massa seca de ervilhaca em consórcio com a aveia, observou que a produção da ervilhaca foi maior no tratamento que continha a espécie como cultura solteira diminuindo sensivelmente à medida que aumentou a participação da aveia no consórcio evidenciando segundo o autor uma tendência a baixa capacidade de competição da leguminosa. Monegat (1991) avaliando o desempenho da aveia e da ervilhaca em sistema de consórcio sugere que a aveia apresenta grande capacidade competitiva por ser uma planta de maior rusticidade e agressividade do que a ervilhaca, além de apresentar como característica a capacidade de perfilar.

O nabo forrageiro produz de 20 Mg.ha<sup>-1</sup> a 30Mg.ha<sup>-1</sup> de massa verde e quando comparada a aveia branca e ervilhaca apresenta maior velocidade de produção de matéria fresca (BALBINOT; BACKES; TORRES, 2004). Na unidade de observação em questão, o nabo forrageiro consorciado com aveia branca e ervilhaca foi a espécie que expressou maior diferença na produção de massa verde entre os tratamentos, variando de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> a 13.220 kg ha<sup>-1</sup>.

Nas parcelas com aveia branca cultivada em sistema solteiro e em consórcio a produção total de massa verde, foi maior na parcela onde houve o consórcio da aveia com a ervilhaca e o nabo forrageiro (**Figura 13**) no tratamento com insumos orgânicos como demonstra o gráfico. (**Figura 14**).



**Figura 13:** Parcela 24, Aveia branca em consórcio com ervilhaca + nabo forrageiro em CFO (calcário + fertilizantes orgânicos) Fonte J. Felipe



**Figura 14:** Produção de massa verde nas parcelas com aveia branca cultivo solteiro e em consórcio nos diferentes tratamentos.

Para a aveia-preta (*Avena strigosa*) os sistemas de cultivo utilizados associados à fertilização e correção do solo também resultaram em expressiva diferença na produção de massa verde total das espécies nas parcelas com fertilizantes sintéticos (CFS) e fertilizantes orgânicos (CFO) quando comparadas as parcelas controle (CON) e com calcário (CAL); e pouca diferença entre os tratamentos T3 e T4. (**Tabela 2**).

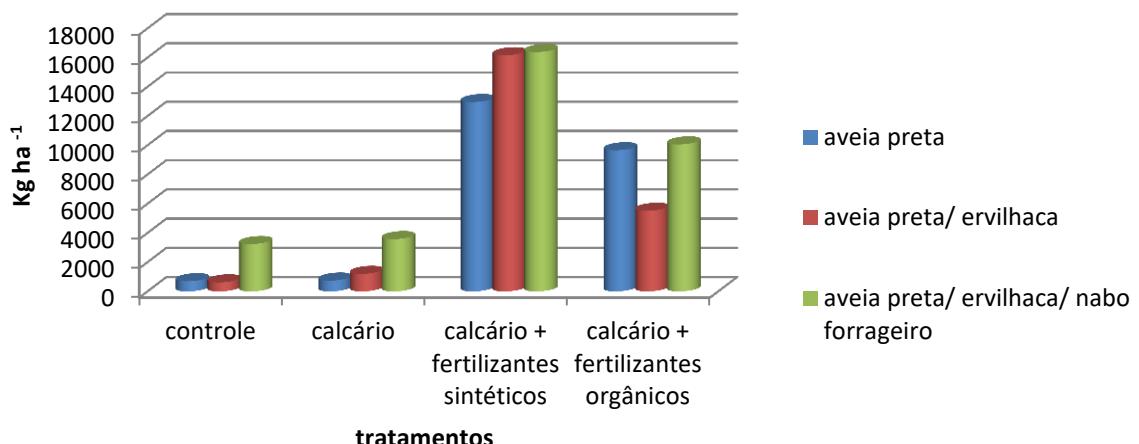
A produção de massa verde de aveia preta, variou de 700 kg ha<sup>-1</sup> a 12960 kg ha<sup>-1</sup> no sistema solteiro, 460 kg ha<sup>-1</sup> a 15840 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio com ervilhaca e 860 kg ha<sup>-1</sup> a 6960kg ha<sup>-1</sup> no consórcio com ervilhaca e nabo forrageiro, sendo os melhores resultados, independente do sistema de cultivo, quando do uso de fertilizantes sintéticos (CFS). Assim como no caso da aveia branca, também no consórcio com aveia preta, a ervilhaca foi a espécie menos produtiva, ficando bem abaixo do esperado variando de 140 kg ha<sup>-1</sup> a 340 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio simples com aveia preta e de 60 kg ha<sup>-1</sup> a 200 kg ha<sup>-1</sup> no consórcio triplo com aveia preta e nabo forrageiro.

A produtividade de massa verde de aveia preta foi maior em todos os tratamentos com fertilizantes sintéticos (CFS), resultado equivalente as parcelas montadas com aveia branca solteira e em consórcio (**Figura 15**)

**Tabela 2.** Produtividade de massa fresca de aveia preta em monocultivo e consorciada à ervilhaca e ao nabo forrageiro nas condições climáticas do inverno da Microrregião do Ribeirão das Furnas no período de 28/06/2020 a 29/08/2023.

| Adubação                           | Sistemas de cultivo das espécies de plantas forrageiras |                         |   |      |     |      |
|------------------------------------|---|-------------------------|---|------|-----|------|
|                                    | Aveia preta   | Aveia preta + Ervilhaca | Aveia preta + Ervilhaca + Nabo forrageiro |      |     |      |
| Tratamento                         | Kg ha <sup>-1</sup>                                     |                         |   |      |     |      |
| Controle                           | 700   | 460                     | 160                                       | 860  | 200 | 2180 |
| Calagem                            | 740   | 1060                    | 140                                       | 940  | 220 | 2420 |
| Calagem + Fertilizantes Sintéticos | 12960   | 15840                   | 320                                       | 6960 | 60  | 9360 |
| Calagem + Fertilizantes orgânicos  | 9660  | 5180                    | 340                                       | 1260 | 120 | 8680 |

#### PRODUTIVIDADE TOTAL DE MASSA FRESCA PARTE AÉREA



**Figura 15.** Produção de massa verde nas parcelas com aveia preta, cultivo solteiro e em consórcio nos diferentes tratamentos.

O sistema de avaliação por notas proposto para os vizinhos que participaram do projeto desde o início da implantação foi um sistema bem simples e de fácil compreensão para todos segundo o relato dos mesmos. Considerando que eles foram inseridos no processo desde o momento da implantação da unidade de observação, dividindo responsabilidades na condução, (**Figura 16**) a participação de todos na

avaliação do desempenho das forrageiras no campo foi estratégica e um dos momentos mais relevantes na ação de pesquisa participativa em questão.



**Figura 16:** Produtores vizinhos inseridos no projeto Fonte, J Felipe

#### **4.2. Avaliação e participação dos produtores**

Após cada encontro para observação das parcelas e aplicação das notas o grupo discutia no local o desenvolvimento das espécies relatando suas observações sem saber quais parcelas eram referentes a diferentes estratégias de fertilização, de forma que suas opiniões acerca do que observassem não tivessem influência de ideias pré-concebidas. A partir da observação do desempenho das espécies utilizadas na unidade de observação, várias questões foram colocadas pelos produtores na tentativa de elucidar as dificuldades, vantagens e desvantagens relacionadas à implantação e manejo das espécies forrageiras avaliadas, com ênfase para possíveis soluções, que permitissem viabilizar ou adaptar a proposta de implantação das forrageiras de inverno a realidade local, tendo como referência a experiência vivenciada.

No total foram realizados três encontros com a participação de cinco avaliadores, o primeiro aos 25 dias após a semeadura (DAS), o segundo aos 45 DAS e o terceiro e último aos 55 DAS. Porém, apenas as duas primeiras avaliações foram consideradas por conter as notas completas de três avaliadores sem nenhuma abstenção. Os principais pontos avaliados por eles foi o desenvolvimento em altura, o incremento

aparente da biomassa vegetal de parte aérea e a velocidade na cobertura do solo nos intervalos entre as avaliações.

Os tons de verde mais escuros (**Figura 17**) das forrageiras de inverno, num momento onde a pastagem no entorno se apresentava já bastante seca foi um detalhe que chamou bastante a atenção dos produtores durante as avaliações e que era sempre enaltecido nas rodas de conversa pelos mesmos. Depois de concluída a fase de avaliação e aplicação das notas nas parcelas (**Tabela 3 e 4**) e discussão no campo, realizou-se um ultimo encontro com os produtores para apresentação dos resultados da produção de massa verde expressa em números.



**Figura 17.** Forrageiras de inverno destacando da pastagem seca no restante da paisagem. Fonte, J. Felipe

**Tabela 3.** Avaliação realizada aos 25 dias após a semeadura. (1) ruim; (2) mediano; (3) bom; (4) ótimo

|  | Avaliador: 1 |      | Avaliador: 2 |      | Avaliador: 3 |      |
|--|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
|  | Parcela      | Nota | Parcela      | Nota | Parcela      | Nota |
| T1<br>Controle                                 | <b>1-</b>    | 2    | <b>1-</b>    | 1    | <b>1-</b>    | 2    |
|  | <b>2-</b>    | 2    | <b>2-</b>    | 2    | <b>2-</b>    | 2    |
|  | <b>3-</b>    | 1    | <b>3-</b>    | 2    | <b>3-</b>    | 1    |
|  | <b>4-</b>    | 2    | <b>4-</b>    | 2    | <b>4-</b>    | 1    |
|  | <b>5-</b>    | 1    | <b>5-</b>    | 2    | <b>5-</b>    | 2    |
|  | <b>6-</b>    | 2    | <b>6-</b>    | 2    | <b>6-</b>    | 2    |
| T2<br>Apenas<br>calagem                        | <b>7-</b>    | 2    | <b>7-</b>    | 1    | <b>7-</b>    | 2    |
|  | <b>8-</b>    | 2    | <b>8-</b>    | 2    | <b>8-</b>    | 2    |
|  | <b>9-</b>    | 2    | <b>9-</b>    | 2    | <b>9-</b>    | 2    |
|  | <b>10-</b>   | 2    | <b>10-</b>   | 2    | <b>10-</b>   | 1    |
|  | <b>11-</b>   | 2    | <b>11-</b>   | 1    | <b>11-</b>   | 2    |
|  | <b>12-</b>   | 2    | <b>12-</b>   | 2    | <b>12-</b>   | 2    |
| T3<br>Calagem +<br>fertilizantes<br>sintéticos | <b>13-</b>   | 3    | <b>13-</b>   | 3    | <b>13-</b>   | 3    |
|  | <b>14-</b>   | 3    | <b>14-</b>   | 3    | <b>14-</b>   | 3    |
|  | <b>15-</b>   | 4    | <b>15-</b>   | 3    | <b>15-</b>   | 4    |
|  | <b>16-</b>   | 3    | <b>16-</b>   | 3    | <b>16-</b>   | 3    |
|  | <b>17-</b>   | 4    | <b>17-</b>   | 3    | <b>17-</b>   | 3    |
|  | <b>18-</b>   | 3    | <b>18-</b>   | 4    | <b>18-</b>   | 4    |
| T4<br>Calagem +<br>fertilizantes<br>orgânicos  | <b>19-</b>   | 3    | <b>19-</b>   | 3    | <b>19-</b>   | 3    |
|  | <b>20-</b>   | 3    | <b>20-</b>   | 4    | <b>20-</b>   | 3    |
|  | <b>21-</b>   | 3    | <b>21-</b>   | 3    | <b>21-</b>   | 3    |
|  | <b>22-</b>   | 3    | <b>22-</b>   | 3    | <b>22-</b>   | 3    |
|  | <b>23-</b>   | 3    | <b>23-</b>   | 3    | <b>23-</b>   | 3    |
|  | <b>24-</b>   | 4    | <b>24-</b>   | 4    | <b>24-</b>   | 4    |

**Tabela 4.** Avaliação realizada aos 45 dias após a semeadura. (1) ruim; (2) mediano; (3) bom; (4) ótimo.

|  |            | Avaliador: 1 |            | Avaliador: 2 |            | Avaliador: 3 |  |
|--|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|--|
|  | Parcela    | Nota         | Parcela    | Nota         | Parcela    | Nota         |  |
| <b>T1</b><br><b>Controle</b>                           | <b>1-</b>  | 1            | <b>1-</b>  | 1            | <b>1-</b>  | 1            |  |
|  | <b>2-</b>  | 1            | <b>2-</b>  | 1            | <b>2-</b>  | 1            |  |
|  | <b>3-</b>  | 1            | <b>3-</b>  | 1            | <b>3-</b>  | 1            |  |
|  | <b>4-</b>  | 1            | <b>4-</b>  | 1            | <b>4-</b>  | 1            |  |
|  | <b>5-</b>  | 1            | <b>5-</b>  | 1            | <b>5-</b>  | 1            |  |
|  | <b>6-</b>  | 1            | <b>6-</b>  | 1            | <b>6-</b>  | 1            |  |
| <b>T2</b><br><b>Apenas calagem</b>                     | <b>7-</b>  | 1            | <b>7-</b>  | 1            | <b>7-</b>  | 1            |  |
|  | <b>8-</b>  | 2            | <b>8-</b>  | 2            | <b>8-</b>  | 2            |  |
|  | <b>9-</b>  | 2            | <b>9-</b>  | 1            | <b>9-</b>  | 2            |  |
|  | <b>10-</b> | 1            | <b>10-</b> | 1            | <b>10-</b> | 1            |  |
|  | <b>11-</b> | 2            | <b>11-</b> | 1            | <b>11-</b> | 1            |  |
|  | <b>12-</b> | 1            | <b>12-</b> | 1            | <b>12-</b> | 1            |  |
| <b>T3</b><br><b>Calagem + fertilizantes sintéticos</b> | <b>13-</b> | 4            | <b>13-</b> | 4            | <b>13-</b> | 4            |  |
|  | <b>14-</b> | 4            | <b>14-</b> | 4            | <b>14-</b> | 4            |  |
|  | <b>15-</b> | 4            | <b>15-</b> | 4            | <b>15-</b> | 4            |  |
|  | <b>16-</b> | 4            | <b>16-</b> | 4            | <b>16-</b> | 4            |  |
|  | <b>17-</b> | 4            | <b>17-</b> | 4            | <b>17-</b> | 4            |  |
|  | <b>18-</b> | 4            | <b>18-</b> | 4            | <b>18-</b> | 4            |  |
| <b>T4</b><br><b>Calagem + fertilizantes orgânicos</b>  | <b>19-</b> | 4            | <b>19-</b> | 4            | <b>19-</b> | 4            |  |
|  | <b>20-</b> | 4            | <b>20-</b> | 4            | <b>20-</b> | 4            |  |
|  | <b>21-</b> | 4            | <b>21-</b> | 4            | <b>21-</b> | 4            |  |
|  | <b>22-</b> | 4            | <b>22-</b> | 4            | <b>22-</b> | 4            |  |
|  | <b>23-</b> | 4            | <b>23-</b> | 4            | <b>23-</b> | 4            |  |
|  | <b>24-</b> | 4            | <b>24-</b> | 4            | <b>24-</b> | 4            |  |

Nesse encontro para facilitar o diálogo e a melhor compreensão de todos, antes da apresentação dos resultados referentes à produção de massa verde por hectare nos diferentes tratamentos, apresentou-se aos produtores os valores expressos em Kg/m<sup>2</sup> da produção de massa verde nas parcelas.

Apresentou-se também uma planilha simples contendo os custos de produção com destaque para os insumos utilizados na unidade de observação, calcário, N P K (4-14-8), uréia, esterco, cinzas e farinha de ossos, para que avaliassem e discutessem conjuntamente a relação custo/benefício do uso de cada insumo e as características particulares da utilização de cada um deles. Os registros fotográficos da cobertura do solo das unidades amostrais de cada parcela realizado no decorrer do tempo também foram utilizados no encontro para auxiliar o debate.

No último encontro pode-se perceber que a percepção dos produtores sobre a necessidade da correção da acidez e da fertilidade do solo claramente foi o aspecto de maior destaque levantado e, sem dúvida, o que mais chamou a atenção dos envolvidos. A maneira como toda a ação de pesquisa se desenvolveu e a forma participativa em que os produtores foram naturalmente inseridos, foi determinante para sensibilizar a todos de maneira profunda e significativa, favorecendo a constituição de consciência e responsabilidade de cada um sobre a necessidade de um cuidado maior com o local onde vivem. Ficou também evidente que as dúvidas e sugestões relacionadas ao manejo do solo chamaram mais a atenção dos produtores do que as novas opções de forrageiras em si.

Aparentemente não somente o último encontro relacionado ao projeto, mas toda a experiência desde a instalação da unidade de observação, promoveu nos participantes o resgate da memória das transformações sutis na paisagem local observada nas últimas décadas, associadas ao declínio da fertilidade do solo, as transformações nos sistemas locais de produção, a relação dos produtores com o ambiente e a negligência deles com relação à manutenção do local abrangendo seus sistemas produtivos.

"Hoje a gente pensa... só a gente já tá com quase 50 anos, se considerar só a gente já é bastante tempo... há quanto tempo nossos pais, e avós já não estavam aqui? Desde o tempo dos antigos pra cá são muitos anos tirando da terra sem colocar de volta, a terra foi ficando fraca, é pasto, é o fogo as vezes, é o gado pisando e comendo todo dia, a gente cansa, a terra também". (Informação verbal, 2021)<sup>1</sup>

Um fato importante que coincidiu com o período do desenvolvimento do projeto junto aos produtores, foi o aumento considerável do preço dos insumos utilizados nas unidades de produção agrícola após o surgimento da pandemia de COVID-19. Assim, esse fator econômico, associado ao resultado observado com a produção das forrageiras num período onde os produtores já estão acostumados a ver os pastos secos, acabou por promover e reforçar mais reflexões e comparações entre os sistemas atuais de produção e os antigos. Os produtores envolvidos no processo são herdeiros de gerações que por mais de um século habitam a região da microbacia em questão, e expressam valores culturais e modo de ver e pensar o mundo bastante tradicional onde fica claro a influencia e o respeito vinculado à memória de seus antepassados e a forma como estes se desenvolveram na região.

"Antigamente a terra era forte, tinha muito pasto nativo, pasto gordo, nosso vô tinha muita terra, tinha muito capim gordura espalhado por aí e tinha

---

<sup>1</sup> Informação concedida pelo produtor rural, 2 em 16/04/2021.

muito pasto que ficava reservado, não era tudo braquiária como a gente vê hoje, dava tempo da terra descansar, na época das águas meu vô deixava o gado perto da morada, quando ia chegando a época do frio meu vô tocava o gado e levava ele lá pro lado do Gamarra, não existia os tratos que existe hoje, não precisava gastar com farelo de soja, poupa ração... e o gado era muito mais forte e saudável, hoje em dia é uma quantidade de remédio que a gente tem que dar pra vaca... meu avô sempre dizia que leite bom se tira a pasta, e gado saudável é o gado que come pasta gorda (Informação verbal, 2021)<sup>2</sup>

Partindo das percepções do grupo sobre a viabilidade local do cultivo mais racional de pastagens não só de inverno, mas também de verão, algumas outras questões importantes foram levantadas pelos produtores a partir das experiências vivenciadas com a ação de pesquisa participativa em questão, estas diretamente relacionadas a aspectos de ordem operacional, elaboração de metas, prazos e desafios necessários pra viabilizar ações práticas que tornasse possível a introdução das questões suscitadas no contexto produtivo de cada um dos envolvidos.

Um aspecto local bastante limitante verificado foi a reduzida disponibilidade de mão de obra, sendo enfatizado nas discussões que a agricultura praticada por eles era essencialmente dependente da mão de obra familiar, sendo bastante pontual, e cada vez mais escassa a mão de obra contratada, ainda que temporária.

O produtor proprietário dos bois e dos implementos utilizados no preparo do terreno (**Figura 18 e 19**) possuía uma enorme paixão pela cultura da tração animal e pelo universo de “coisas e causos” relacionados aos arados e carros de boi, revelando um misto de orgulho e relativa tristeza porque provavelmente era o último produtor do município que possuía suas juntas de bois em atividade ainda que de forma bastante esporádica.

Eu gosto demais de trabalhar com os bois, aprendi desde criança com meu avô e com o povo mais antigo a mexer com os bois, aonde meu vô ia com a boiada eu ia atrás dele, nossa mãe, eu fico apaixonado de ver uma terra arada de reunir a boiada e ver o carro de boi cantar, se eu pudesse nem mexia com leite nada, minha paixão é a boiada, eu herdei o carro do meu avô as canga e um monte de outras coisas, mas hoje você viu Felipe, a gente tem dificuldade de achar um bico de arado novo, e você viu como o serviço é bruto, você foi valente e pegou o jeito logo de trabalhar, mas hoje em dia ninguém que pegar no cabo do arado não, p serviço é bruto. (Informação verbal, 2021).<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Informação concedida pelo produtor rural, 1 em 16/04/2021.

<sup>3</sup> Informação concedida pelo produtor rural, 1 em 16/04/2021.



**Figura 18.** Produtor Claudio Sene reunindo a junta de bois para mais um dia de preparo do solo da área do projeto Fonte, J. Felipe



**Figura 19:** Chegada dos bois na área do projeto antes do início da primeira de três arações.  
Fonte(J. Felipe)

Frente à proposta da metodologia de implantação das forrageiras adotada na ação de pesquisa participativa em questão, envolvendo principalmente os aspectos relacionados ao preparo do solo, a utilização dos insumos e a correlação dessas variáveis com a falta de mão de obra, os produtores nesse encontro apontaram possíveis caminhos e maneiras de solucionar no médio e longo prazo os problemas das condições atuais na busca por condições mais adequadas para a adoção da proposta. O primeiro ponto destacado por eles foi reconhecer e estimar de maneira bem simples o potencial de geração dos insumos (esterco e cinzas) disponíveis em suas unidades de produção, para utilização na fertilização das plantas forrageiras, enquanto que o segundo ponto foi o destaque para quais ações seriam necessárias para a coleta e utilização dos mesmos.

Desse encontro algumas ações práticas foram efetivadas, para a coleta de cinzas obtidas em fogão de lenha construído para aquecer a água utilizada na lavagem do

sistema de ordenha (**Figura 20**), existente nas unidades de produção dos envolvidos no processo de pesquisa participativa em questão. A solução proposta foi bastante simples, uma bombona de 200 litros com tampa que foi colocada próxima ao fogão, possibilitando uma coleta média de 18 l de cinza a cada 10 dias aproximadamente.

Para a coleta e o transporte do esterco, os produtores deixaram em aberto o prazo, que deveria ser um pouco maior e ficar no primeiro momento indefinido na expectativa de encontrar uma solução que fosse mais prática que o carro de boi. Assim, após 1 ano desse último encontro eles acabaram adquirindo um veículo adaptado (**Figura 21 e 22**) para a coleta, transporte e distribuição do esterco.

A aquisição do veículo em tão pouco tempo foi uma alternativa interessante pela praticidade quando comparado ao carro de boi no transporte de cargas mais leves de menor volume, o veículo tem não somente viabilizado a distribuição do esterco na pastagem mas também atende uma demanda da cooperativa local de laticínios que recentemente estabeleceu normas de higiene mais rígidas sobre a limpeza e o acúmulo de esterco no curral.



**Figura 20.** Fogão de lenha na lateral do curral com serpentina para aquecimento da água usada na lavagem do sistema de ordenha. Fonte J. Felipe



**Figura 21.** Veículo adaptado construído com motor de moto 125 cc para limpeza e transporte do esterco. Fonte, J. Felipe



**Figura 22.** Visão lateral do veículo adaptado que conta com uma caçamba basculante. Fonte, J. Felipe

## **5. CONCLUSÕES**

As produtividades de massa verde de parte aérea das espécies forrageiras de inverno introduzidas no solo com aplicação de calcário são semelhantes às observadas na ausência da incorporação deste corretivo, o que permite julgar que as forrageiras avaliadas apresentam tolerância ao nível de acidez assinalado no solo.

A aplicação dos fertilizantes sintéticos, tanto por ocasião do preparo do solo e suplementada em cobertura, quanto com as fontes permitidas na produção orgânica aplicadas por ocasião do preparo do solo, resultam no aumento das produtividades de massa verde de parte aérea das espécies forrageiras de inverno introduzidas, exceção para pouca consistência assinalada para a ervilhaca comum cultivada em consórcios com a aveia branca e com a aveia preta.

As espécies forrageiras introduzidas, exceto a ervilhaca comum, mostram-se promissoras no que se refere à produtividade de massa verde de parte aérea nas condições edafoclimáticas da microbacia do Ribeirão das Furnas, Aiuruoca, MG no período de inverno.

A estratégia adotada para a socialização de conhecimentos disponíveis sobre a fertilização de forrageiras de clima temperado, por meio do método da pesquisa-ação, mostra-se válida no que se refere ao estímulo à observação crítica dos agricultores familiares dedicados à pecuária leiteira da microbacia do Ribeirão das Furnas no município de Aiuruoca, MG.

## **6. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O presente trabalho, tendo como metodologia norteadora alguns dos importantes conceitos da pesquisa-ação, almejou envolver produtores de leite da microbacia do Ribeirão das Furnas, no município de Aiuruoca MG, em ação de pesquisa participativa que buscou apresentar e avaliar o desempenho de quatro espécies de plantas forrageiras de inverno em sistemas de cultivo solteiro e consorciado, e a resposta dessas plantas a diferentes condições de fertilidade do solo, tendo como ênfase nas fontes de fertilização insumos de base agroecológica disponíveis e abundantes no local.

Quanto às forrageiras, dentro das características edafoclimáticas do local as espécies utilizadas no trabalho, a princípio com exceção da ervilhaca demonstraram um excelente potencial desde que atendida algumas condições básicas necessárias ao seu pleno estabelecimento.

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que a fertilização do solo associada à calagem foi determinante para o bom desenvolvimento das espécies utilizadas na unidade de observação, e que apenas a correção da acidez de forma isolada não foi suficiente para obter bons resultados na produção de massa verde e uma cobertura no mínimo aparentemente razoável do solo dentro das condições encontradas no local.

O uso dos fertilizantes permitidos na produção orgânica, farinha de ossos, esterco de curral e cinza, se mostraram eficientes e relativamente vantajosos considerando os resultados obtidos na produção de massa fresca, quando comparados aos tratamentos que receberam os fertilizantes sintéticos, N-P-K (4-14-8) mais ureia em cobertura, que por sua vez não possibilitaram resultados muito diferentes em nenhuma das parcelas da unidade de observação quando comparado à produção de massa verde entre os tratamentos.

Com o trabalho, foi possível observar que o sistema de cultivo em consórcio apresentou um melhor desempenho na velocidade de cobertura do solo nas parcelas onde foi semeado o nabo forrageiro, (*Raphanus sativus L.*) uma vez que esta espécie apresenta um rápido crescimento na fase inicial do seu desenvolvimento. Apesar da taxa de cobertura do solo não ter sido sistematicamente avaliada, essa variável chamou de forma considerável a atenção de todos e foi bastante discutida pelos produtores em suas observações tanto no momento de aplicação das notas *in loco*, como nas avaliações dos registros fotográficos apresentados no último encontro.

Ainda com relação à consorciação entre as espécies utilizadas, apenas a ervilhaca (*Vicia sativa L.*), utilizada em consórcio duplo tanto com aveia preta (*Avena Strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa L.*) apresentou um desenvolvimento bem abaixo do esperado não se mostrando uma espécie interessante ao uso nesse caso específico. As demais espécies quando comparadas dentro dos consórcios não demonstraram nenhum tipo de comprometimento em seu desenvolvimento independente do tratamento, apresentando resultados parecidos com os trabalhos realizados por outros pesquisadores em outras regiões.

Considerando os objetivos do trabalho no que tange a validação das espécies utilizadas como alternativa de exploração pelos pequenos produtores da microbacia em questão de uma maneira geral, as duas espécies de aveia mais o nabo forrageiro, demonstraram ser indicadas para a região para minimizar de forma direta e indireta vários dos diversos impactos negativos na pecuária leiteira e no agroecossistema, resultantes da falta de forragem de qualidade no período de inverno.

No que diz respeito ao envolvimento dos produtores na condução da unidade de observação, a aplicação dos conceitos e propostas, difundidas nas metodologias conhecidas da pesquisa-ação foram fundamentais e de grande valia no engajamento dos mesmos durante todo o processo.

A forma como se deu o envolvimento dos produtores a partir da consciência de que a ação proposta tinha por objetivo buscar uma solução adequada a todos para um problema que os afeta regularmente, foi determinante na viabilização e montagem da unidade de observação, e na obtenção dos resultados alcançados no que se refere ao desenvolvimento das espécies utilizadas e sua replicabilidade.

Ainda com relação ao envolvimento dos produtores, através de seus relatos, foi possível observar que a partir de um determinado momento, naqueles instantes de “jogar conversa fora” com amigos e outros produtores sobre os primeiros resultados em campo, orgulhosos de sua participação no contexto da pesquisa, muito antes da conclusão, os próprios já eram agentes multiplicadores e testemunhas de uma ideia potencialmente capaz de melhorar a dinâmica da atividade produtiva com um investimento relativamente baixo e com muitas vantagens.

As experiências vividas no trabalho evidenciaram que, sem sombra de dúvida as metodologias de pesquisa participativa são de grande valor e uma excelente ferramenta no processo de promoção de inovações junto aos agricultores, na reflexão e interpretação de seus problemas e na busca de soluções conjuntas que tenham por objetivo garantir o sucesso e a sustentabilidade da atividade agrícola. Assim, as experiências vivenciadas por todos os envolvidos foram capazes de apontar soluções até para problemas que os produtores ainda nem se quer reconheciam como sendo um problema em si, colocando dessa forma cada um dos participantes sob uma nova perspectiva do cotidiano que os envolvesse.

Os resultados obtidos no trabalho oferecem evidências de algumas contribuições teóricas e práticas para novas pesquisas e outros profissionais. Diante da escassez de trabalhos na região relacionados ao tema, o presente estudo soma no número reduzido de informações sobre o manejo racional e mais eficiente das pastagens através da implantação das forrageiras de inverno colaborando dessa forma com outras pesquisas relacionadas ao desenvolvimento da atividade pecuária que é, desde o início da colonização, uma das principais atividades econômicas da região.

Sob a perspectiva de ordem prática o estudo aponta para os produtores da região, algumas referências importantes sobre a implantação das forrageiras e demonstra que apesar da falta de conhecimento mais profundo sobre o cultivo e potencial das espécies forrageiras de inverno por estes produtores, estas espécies podem desde que atendidos alguns critérios mínimos a serem adotados pelos mesmos, e que a utilização de insumos abundantes e de excelente qualidade disponíveis nas pequenas unidades de produção, muitas vezes ignorados pelos produtores podem ser suficiente, desde que bem trabalhados, constituindo uma excelente alternativa à adubação sintética na fertilização dos solos.

No que tange as áreas do conhecimento mais relacionadas às ciências sociais, o trabalho evidencia e comprova a importância estratégica da adoção de metodologias colaborativas e participativas como a pesquisa-ação e incentiva a utilização das mesmas, por técnicos e pesquisadores envolvidos nos projetos de pesquisa e extensão rural que tem por objetivo o fortalecimento e a soberania da agricultura familiar.

Considerando que o projeto tinha inicialmente como um dos seus principais objetivos socializar a informação sobre as forrageiras de inverno, a limitação mais relevante encontrada foi a considerável redução no número de agricultores participantes

em decorrência da pandemia provocada pelo Covid-19 que obrigou o isolamento das famílias.

Dentro da proposta de socialização, um dos pontos fortes do projeto inicialmente, seria a participação dos vinte e cinco agricultores pertencentes à Associação dos Amigos e Moradores do Bairro Furnas de Cima através de encontros realizados com o apoio do técnico extensionista da Emater-MG, na sede da associação com o objetivo de promover debates, realizar apresentações referentes ao tema, e dias de campo na área do projeto para socialização do conhecimento e avaliação *in loco* pelos produtores membros da associação.

O clima de medo e incertezas diante da pandemia, o fechamento de todos estabelecimentos e o isolamento incondicional, impediu não só a participação dos produtores vinculados a Associação como também impediu a participação ativa do técnico extensionista da Emater-MG, peça chave dentro do projeto que foi afastado de suas funções sob regime de maior controle por pertencer na época ao grupo de pessoas de risco.

Dentro desse contexto, levando-se em consideração os resultados alcançados, o potencial das forrageiras de inverno na região e as limitações encontradas, recomenda-se, a sistematização de novos estudos sobre a implantação, exploração e seleção de novas espécies de forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas local.

Por fim, face às evidências da importância do técnico extensionista na socialização do conhecimento e difusão tecnológica que, como dito, não pode participar ativamente de todo o processo, recomenda-se também, sempre que possível o envolvimento do mesmo como apoio e agente facilitador nos estudos, projetos e ações de caráter participativo e colaborativo de forma a viabilizar o envolvimento de um número cada vez maior de agricultores promovendo sistematicamente o fortalecimento e a soberania da agricultura familiar tradicional, colocando o pequeno agricultor em condição tal, que este sob uma nova perspectiva, seja capaz de olhar para o futuro com confiança reconhecendo o valor de sua participação nos movimentos de transição para uma agricultura “alternativa” de base agroecológica.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.3, p.601-612, 2003.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, n. 1, p. 241–248, 2002.
- ANDRADE, A.C; NETO, R.M. **Relações Entre Sociedade, Economia e Natureza em Âmbito Regional: as situações das microrregiões de Andrelândia, Itajubá e São Lourenço.** OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.6, n.16, p. 105-130, mai. 2014.
- ANTUNIASSI, M. H. R. **Pesquisa-ação, observação participante e extensão rural.** Cadernos CERU - USP, v. 32, p. 1–23, 2016.
- BALBINOT, A. A.; BACKES, R. L.; TÔRRES, A. N. L. **Desempenho De Plantas Invernais Na Produção De Massa E Cobertura Do Solo Sob Cultivos Isolado E Em Consórcios.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 3, n. 1, p. 38–42, 2004.
- BELIZÁRIO, K. K. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trevo-vermelho ( Trifolium pratense L.) na região Serrana de Santa catarina.** 2016. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016. Disponível em:  
<[https://www.udesc.br/arquivos/cav/id\\_cpmenu/1344/Disserta\\_\\_o\\_Karla\\_Belizario\\_15675408404481\\_1344.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1344/Disserta__o_Karla_Belizario_15675408404481_1344.pdf)> Acesso em: 03/02/2022
- BORKERT, C. M. et al. **Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 1, p. 143–153, 2003.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Legislação de Orgânicos. Braília, DF. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao-organicos>> Acesso em 13/07/ 2022
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Legislação de Orgânicos, lei 10.831de 2003. Brasilia, DF. Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/lei-no-10-831-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf/view>> Acesso em: 13/07/2022
- CAIONE, G. et al. **Fontes de Fósforo para Adubação de cana-de-açúcar forrageira no cerrado.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, n. 1, p. 66–73, 2011.
- CAMARGO, C. E. O; FREITAS, J. G.; CANTARELLA, H. Aveia e centeio. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas:

- Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p. 52-53 (IAC. Boletim Técnico, 100).
- CAMPOLIN, A. I.; FEIDEN, A. **Metodologias participativas em agroecologia.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011, 14p. (Documentos 115). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920359/1/DOC115lancado.pdf>>. Acesso em: 30 jul 2021
- COSTA, M. B. B. **Adubação verde no sul do Brasil.** 2<sup>a</sup> ed. AS-PTA Rio de Janeiro-RJ, 346p, 1992.
- CANTARELLA, H. et al. **Fertilidade Do Solo Em Sistemas Intensivos De Manejo De Pastagens. Inovações Tecnológicas no Manejo de Pastagens,** p. 231, 2002.
- CASTRO, C. D. S. et al. **Eficiência De Utilização De Adubação Orgânica Em Forrageiras Tropicais.** Journal of Neotropical Agriculture, v. 3, n. 4, p. 48–54, 2016.
- CASTRO, A. C. **Relação Campo Cidade Na Microrregião De Andrelândia No Sul De Minas Gerais: Um Ensaio Sobre a Ruralidade.** Revista Rural & Urbano, v. 6, n. 1, p. 141–163, 2021.
- CASTRO, G. S. P. A. FERRARI, J. N. **Ecofisiologia da aveia branca.** Scientia Agraria Paranaensis, Volume 11, número 3, p.1-15, 2012.
- CAVALLARO, M. L. et al. **Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral.** Bragantia, v. 68, n. 2, p. 347–356, 2009.
- CÓSDOVA, U. A.; FLARESSO, J. A. **Principais grupos de forrageiras de clima temperado.** Informativo técnico, v. 28, n. 1, p. 38–43, 2015.
- COSTA, M.C.V. **A caminho de uma pesquisa-ação crítica.** Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 47-53, jul./dez. 1991.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno.** Londrina: IAPAR, 80p. 1992.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 4 ed. Embrapa Belém, PA, 2011 Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1070416/1/TC1117CartilhaPastagemV04.pdf>> Acesso em: 16/04/2022
- DRA, P.; MEZAN, L. **Caminhos e descaminhos do ouro nas Minas Gerais : administração , territorialidade e cotidiano.** Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. 2009. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/278906>> Acesso em 15/10/2021
- FADUL; F. M. **Crescimento, produtividade e plantas daninhas no cultivo de nabo forrageiros em tres manejos do solo.** Bragantia v. 27, p. 13–26, 2019.
- FEROLLA, S. F. et al. **Produção de forragem, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1512-1517, 2007
- FILHO, A. C. et al. **Estimativa da área foliar de nabo forrageiro em função de dimensões foliares.** Bragantia, v. 71, n. 1, p. 47–51, 2012.

FLECHA, A.M.T. Possibilidades de manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho, em sucessão a aveia preta, no sistema plantio direto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, 37p. 2000.

FONTANELI, R. S. et al. **Gramíneas forrageiras anuais de inverno. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira.** 2<sup>a</sup> ed, Embrapa, Brasilia - DF. p. 340, 2009.

FONTANELI, R. S. et al. **Gramíneas forrageiras anuais de inverno. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região sul-brasileira,** 2<sup>a</sup> ed. Embrapa, Brasilia- DF. p. 127–172, 2012.

FORTES, C. A. et al. **Níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas Marandu e Tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 1, p. 267-274, 2008.

GERAIS, M.; JANEIRO, R. PAULO, O. **Cactaceae na Serra da Mantiqueira, Brasil.** 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-7860202071080>> Acesso em 15/04/2022.

GIOVANNI, L.M. **Didática da pesquisa-ação: análise de uma experiência de parceria entre universidade e escolas públicas de primeiro e segundo graus.** Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

GUERRA, A. J. T. **Degradação dos solos: conceitos e temas. Degradação dos Solos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil p. 15- 50, 2014.

GRANT, C. A. et al. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** Informações agronômicas, n. 19, p. 1–5, 2001.

HEINRICHS, R. et al. **Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 2, p. 331–340, 2001.

HAGUETE, Tereza Maria Frota. **Metodologias Qualitativas na Sociologia.** 6<sup>a</sup> ed. Petrópolis. Vozes. 1999.

HEINZMANN, F.X. **Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão.** Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 20:1021-1030, 1985.

HURTADO, S. M. C. et al. **Adubação potássica, variabilidade espacial, manejo sítio-específico.** IX Simpósio Nacional do Cerrado v. 3, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Censo Populacional, 2010.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/aiuruoca/panorama>> Acesso em: 20/06/2021

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Histórias e Fotos.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/aiuruoca/historico>> Acesso em: 20/06/2021

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE, **Censo**

**Agropecuário 2017.** Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/aiuruoca/pesquisa/24/76693>> Acesso em:  
02/07/2021

**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, INMET. Dados históricos.**

Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>> Acesso em: 03/02/2022.

JÚNIOR, M.; VILELA, L. Pastagens no Cerrado : Baixa Produtividade pelo Pastagens no Cerrado : Embrapa, p. 30, 2002.

JUNIOR, A.A.B. et al. **Desempenho de plantas invernais na produção de matéria e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.3, n.1, p.38, 2004.

KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. DE. **Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar.** Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 1, p. 92–97, 2009.

LEONEL, S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; **Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, n.2, p. 534-539, 2008.

LIMA, R. D. L. S. DE et al. **Capacidade da cinza de madeira e do esterco bovino para neutralizar o alumínio trocável e promover o crescimento da mamoneira.** Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, v. 13, n. 1, p. 9–17, 2009.

LIMA, J. D. et al. **Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum L.*) como adubo verde.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 37, n. 1, p. 60–63, 2007.

LIMA, S. I. **Pesquisa-Ação e Extensão Rural: obstáculos epistemológicos para o diálogo de saberes. Comunicação científica e ambiental.** XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação Brasilia - DF. 2006

LOPES, J.; EVANGELISTA, R. A. . F. C. A. **Valor Nutritivo Do Estilosantes Mineirão.** v. 2012, n. Gibson 1976, p. 99–105, 2012.

MACEDO, M. C. M. . et al. **Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação.** Encontro de adubaçao de pastagens da Scot Consultoria - Tec - Fértil., p. 158–181, 2014.

MACHADO, L.A.Z. **Aveia: Forragem e cobertura do solo. Embrapa agropecuária oeste. Coleção sistema plantio direto, 3.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 16p. Disponível em  
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/243576/1/COL20003.pdf>>. Acesso em 03/11/22.

MACHADO, P. L. O. A; **Manejo da matéria orgânica de solos tropicais.** - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 20p. 2001.

MALAVOLTA, E.; LIEM, T. H.; PRIMAVESI, A. C. P. A. **Exigências nutricionais das plantas forrageiras.** Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso, n. 2, p. 22, 1986.

MARCHEZAN, E. et al. **Produção Animal Em Várzea Sistematizada Cultivada Com Forrageiras De Estação Fria Submetidas a Diferentes Níveis De Adubação.** Ciência Rural, v. 32, n. 2, p. 303–308, 2002.

MARIA, M.; FERREIRA, M. **Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 10101.** Revista Agro@mbiente On-line Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012

MASSARU, M.; HIRAI, G. D. **Consociação com leguminosa ou suplementação energética em pastagem de aveia branca para terminação de novilhos.** 2013.

MATTAR, E. P. L.; FRADE JÚNIOR, E. F.; OLIVEIRA, E. DE. **Caracterização físico-química de cinza de osso bovino para avaliação do seu potencial uso agrícola.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 44, n. 1, p. 65–70, 2014.

MEIRELES, L.D. **Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil.** 2009, 262 f. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MENDES, L.O. J, ANTONIAZZI M, VIEIRA MCW & SUSEMIHL P. **Relatório Mantiqueira.** FEDAPAM (Frente de Defesa da Mantiqueira), São Paulo. 54p, 1991.

MERIDIONAL, M. V; DOMAIN, M; F. **Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Camanducaia, MG..** v. 65, n. 4, p. 831–859, 2014.

MIYAHARA, R. Y.; TOFFOLI, S. M. **Obtenção e caracterização de cinza de ossos bovinos visando à fabricação de porcelana de ossos - bone china Preparation and characterization of bovine bone ash for the fabrication of bone china.** Cerâmica, v. 53, n. 327, p. 234–239, 2007.

MOACYR BERNARDINO DIAS-FILHO. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil.** Embrapa Amazônia Oriental, v. Documentos, p. 21–43, 2014.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura de solo: características e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 337p

MOREIRA, I. C. **Aplicação de Modelos Matemáticos de Evolução do Relevo na Simulação do Recuo da Borda de Falha da Bacia de Resende.** 2008 289 f. Tese (Doutorado, Departamento de Geologia) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MORETTI NETO, M. J. **Cinza de biomassa de eucalipto como corretivo de acidez de solo e fonte de nutrientes para o capim massai inoculado ou não com Azospirillum brasilense.** p. 1–142, 2020.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. **Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com O.** p. 205–211, 2001.

NASCIMENTO, M. C. et al. **Use of ASTER Sensor images for the identification of levels of pasture degradation.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 196–202, 2006.

NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, 1999

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. **Fósforo.** In: (Ed.). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-550.

OLIVEIRA, A. P. DE et al. **Parcelamento e fontes de nitrogênio para produção de maxixe.** Horticultura Brasileira, v. 28, n. 2, p. 218–221, 2010.

OLIVEIRA, P. P. A. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos.** Circular Técnica-Embrapa, p. 1–23, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. **Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate.** Biotropica 32: p. 793-810, 2000.

OLIVO, C. J. et al. **Valor nutritivo de pastagens consorciadas com diferentes espécies de leguminosas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 8, p. 1543–1552, 2009.

OURIVES, O. E. A. et al. **Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de brachiaria brizantha cv. Marandú.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 2, p. 126–132, 2010.

PANDOLFO, C. et al. **Análise de riscos climáticos para a cultura da aveia no estado de Santa Catarina.** n. 048, 2018.

PARANHOS, P. **Primeiros núcleos populacionais no Sul das Minas Gerais.** Revista Histórica, n. 7, p. 1–7, 2005.

PASSAM, H. et al. **Fontes alternativas de potássio em agricultura orgânica.** Acta Scientiarum - Agronomy, v. 1, n. 2, p. 1–17, 2001.

PELISSARI G. **Ficus L. (Moraceae) da Serra da Mantiqueira.** Dissertação de Mestrado. 2012. 211 f. Instituto de Botânica, São Paulo

PEIXOTO, A. M; PEDREIRA, C.G.F; MOURA, J. C; FARIA V.P; **A planta forrageira no sistema de produção.** Editora FEALQ, p. 33 - 37, 2001 458p Disponível em: <<https://www.pldlivros.com.br/MaisProduto.asp?Produto=333>> Acesso em 13/06/2023

PERIN, A. et al. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 1, p. 35–40, 2004.

PEREIRA, JR.; FARIA, C.M.B. **Absorção de fósforo em alguns solos do SemiÁrido do Nordeste Brasileiro.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, p.1179-1184, 1998.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. **Degradação de pastagens em regiões de cerrado.** Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 3, p. 655–661, 2004.

PIRES, A. A. et al. **Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas**

**características químicas e físicas do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 5, p. 1997–2005, 2008.

PRIMAVESI, A. C. et al. **Adubação de aveia em dois sistemas de plantio.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 12, p. 1773–1778, 2002.

PRIMAVESI, A. C.; RODRIGUES, A. de A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas par ao cultivo de aveia.** São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. 39p

RIBEIRO, D. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil.** São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 470 p.

SANTANA, D. F. Y. et al. **Consumo de matéria seca e desempenho de novilhas das raças Girolando e Guzerá sob suplementação na caatinga, na época chuvosa, em Pernambuco, Brasil.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 10, p. 2148–2154, 2010.

SANTI, A.; C AMADO, T. J.; A ACOSTA, J. A. **Adubação nitrogenada na aveia preta. Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto** Seção Vi-Manejo E Conservação Do Solo E Da Água. v. 27, n. 3, p. 1075–1083, 2003.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 142 p.

SANTOS, H. P. DOS et al. **Leguminosas forrageiras anuais de inverno.** Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira, p. 305–320, 2012.

SANTOS, D. T. et al. **Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil.** Ciencia Rural, v. 38, n. 2, p. 437–444, 2008.

SBRISSIA, A F e DA SILVA, Sila Carneiro. **O ecossistema de pastagens e a produção animal. A produção animal na visão dos brasileiros.** Tradução . Piracicaba: FEALQ, 2001... Acesso em: 2/03/2022

SILVA, S. C. DA; NASCIMENTO JÚNIOR, D. DO. **Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfológicas e manejo do pastejo.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. suppl, p. 122–138, 2007.

SILVA, A. A. et al. **Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão.** Ciencia Rural, v. 37, n. 4, p. 928–935, 2007.

SILVA, J. C. P. M. et al. **Influence of dairy cattle manure associated with mineral fertilizer on soil fertility of an oxisol under no-tillage.** Revista Brasileira de Ciencia do Solo, v. 34, n. 2, p. 453–463, 2010.

SILVA, P. R. F. et al. **Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta.** Ciencia Rural, v. 36, n. 3, p. 1011–1020, 2006.

SILVA, S. DE D. et al. **Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico.** Pesquisa

Agropecuaria Tropical, v. 42, n. 1, p. 19–27, 2012.

SILVA, A. C.; VIDAL,T. P. **Gênese dos Latossolos Húmicos e sua relação com a evolução da paisagem numa área cratônica do sul de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 329-341, 1999.

SOUZA, ET AL. **Levantamento bibliográfico da aveia branca (*Avena strigosa*).** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. suppl, p. 98–128, 2018.

SOUZA, R. B. DE; ALCÂNTARA, F. A. DE. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças.** Embrapa, n. Figura 1, p. 1–8, 2008.

SOUZA, R. L. D. E.; GERAIS, M. **Os sentidos do povoamento: aspectos da ocupação territorial de minas gerais.** Revista Ciências Humanas, v. 2, n. 1, p. 1–19, 2009.

SOUZA, F. M. et al. **Introduction of forage legumes, liming and phosphorus in degraded “Brachiaria brizantha” pastures [Introdução de leguminosas forrageiras, calagem e fosfatagem em pastagem degradada de Brachiaria brizantha].** Revista Brasileira de Saude e Producao Animal, v. 17, n. 3, p. 355–364, 2016.

TASCA, G. **Biomassa foliar e radicular da leguminosa ervilhaca.** p. 142–144, 2011.

TEIXEIRA W & CORDANI G. **Caminhos do Tempo Geológico.** In: Teixeira W & Linsker R (coords.) Itatiaia: sentinela das alturas. Terra Virgem, São Paulo. Pp. 28-62, 2007.

TOLEDO, R. F.; JACOBI, P. R. **Pesquisa-ação e educação: Compartilhando princípios na construção de conhecimentos e no fortalecimento comunitário para o enfrentamento de problemas.** Educacao e Sociedade, v. 34, n. 122, p. 155–173, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação.** Pesquisa Odontológica Brasileira, v. 17, n. suppl 1, p. 67–69, 1986.

VILAÇA, M. F. et al. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do ribeirão conquista no município de Itaguara - MG.** Simpósio Nacional de Geografia Física da Universidad Federal de Viçosa, 2009.

XAVIER, F. A. DA S. et al. **Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba - CE.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 2, p. 247–258, 2006.

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil.** Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS p. 106, 2000.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005. 212p.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; KICHEL, N.A. **Preparo, conservação, calagem e adubação do solo para implantação de pastagens nos cerrados.** In: CURSO: FORMAÇÃO, RECUPERAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 2008. Campo Grande: EMBRAPA-CNPBC. 2008. P.70-83.