

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE SANTANA DO LIVRAMENTO  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**ANELISI INCHAUSPE DE OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* E SEUS EFEITOS NA PRODUÇÃO DE  
AZEVÉM DESTINADO À COBERTURA VERDE**

**SANTANA DO LIVRAMENTO**

**2020**

**ANELISI INCHAUSPE DE OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* E SEUS EFEITOS NA PRODUÇÃO DE AZEVÉM DESTINADO À COBERTURA VERDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Krüger  
Gonçalves

**SANTANA DO LIVRAMENTO**

**2020**

## RESUMO

O Argissolo é uma das principais classes de solo que ocorrem no município de Santana do Livramento. Estes solos se caracterizam por serem arenosos, com baixa retenção hídrica, baixo teor de matéria orgânica e baixa disponibilidade de nutrientes. Considerando este cenário, o emprego da adubação verde pode ser uma estratégia para promover melhorias físicas, químicas e biológicas no solo. Para isto, podem ser implantadas diversas espécies forrageiras, como por exemplo, o azevém (*Lolium multiflorum*), que é largamente utilizado como espécie forrageira no Rio Grande do Sul. A adubação do solo é um dos fatores edafoclimáticos mais impactantes na produtividade desta forrageira. Levando em consideração os altos preços dos adubos químicos e sua incapacidade de nutrir o solo e beneficiar o sistema à longo prazo, este trabalho tem o objetivo de avaliar os resultados da utilização de insumos alternativos na produção do azevém destinado à adubação verde. O experimento foi em uma propriedade rural Santana do Livramento. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram: T1 – Inoculante (*Azospirillum brasilense*) + Folhito + pó de rocha (mistura de basalto e granodiorito) + biofertilizante; T2 – Inoculante (*Azospirillum brasilense*) + Folhito + pó de rocha (mistura de basalto e granodiorito); T3 - Inoculante (*Azospirillum brasilense*) + Folhito; T4 – Inoculante (*Azospirillum brasilense*); T5 – Testemunha. O folhito e o pó de rocha foram incorporados ao solo na camada de 0-20 cm no momento do preparo. O inoculante foi empregado na forma líquida, adicionado na linha de semeadura. O biofertilizante foi aplicado via foliar assim que as plantas atingirem 15 cm, repetindo-se a aplicação a cada 15 dias, totalizando três aplicações. A semeadura ocorreu em junho. O Azevém foi retirado utilizando o método amostral do quadrado, no início da fase reprodutiva, e as sementes foram colhidas ao final do ciclo. Foram quantificados peso de massa verde da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, peso de semente e teores de nitrogênio foliar. As médias foram comparadas utilizando o teste Tukey a 5%. A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultou em maior produção de massa verde e seca total, quando comparada à utilização do *Azospirillum* na forma isolada e a testemunha. Neste mesmo sentido, resultou também em maior concentração de N na parte aérea e em maior produção de grãos. No que tange à formação de uma cobertura verde com teores adequados de nitrogênio, é possível afirmar que a utilização de *Azospirillum brasilense* de forma combinada ou isolada com os demais adubos orgânicos demonstrou ser bastante eficiente.

## ABSTRACT

The argisoil is one of the main soil classes that occurs in the municipality of Santana do Livramento. These soils are characterized by being sandy, with low water retention, low organic matter content and low nutrient availability. Given this scenario, the use of green manure may be a strategy to promote physical, chemical and biological improvements in the soil. For this purpose, several forage species can be implanted, such as ryegrass (*Lolium multiflorum*), which is widely used as a forage species in Rio Grande do Sul. Soil fertilization is one of the most impacting edaphoclimatic factors on the productivity of this forage. Taking into consideration the high prices of chemical fertilizers and their inability to nourish the soil and benefit the system in the long term, this work aims to evaluate the results of the use of alternative inputs in the production of ryegrass for green manure. The experiment was in a rural property of Santana do Livramento. A randomized complete block design with three replications was adopted. The treatments were: T1 - Inoculant (*Azospirillum brasiliense*) + poultry waste + rock powder (mixture of basalt and granodiorite) + biofertilizer; T2 - Inoculant (*Azospirillum brasiliense*) + poultry waste + rock powder (mixture of basalt and granodiorite); T3 - Inoculant (*Azospirillum brasiliense*) + poultry waste; T4 - Inoculant (*Azospirillum brasiliense*); T5 - Control. The poultry waste and rock powder were incorporated into the soil in the 0-20 cm layer at the time of preparation. The inoculant was used in liquid form, added to the sowing line. The biofertilizer was applied via leaf as soon as the plants reached 15 cm, repeating the application every 15 days, totaling three applications. The sowing occurred in June. The ryegrass was removed using the square sampling method at the beginning of the reproductive phase and the seeds were harvested at the end of the cycle. Green weight of shoot and root mass, dry weight of shoot and root, seed weight and leaf nitrogen contents were quantified. Means were compared using the 5% Tukey test. The use of *Azospirillum brasiliense* in combination with the other organic fertilizers resulted in higher total green and dry mass production, when compared to the use of *Azospirillum* alone and the control. In the same vein, it also resulted in higher N concentration in the shoot and higher grain yield. Regarding the formation of a green cover with adequate nitrogen contents, it can be stated that the use of *Azospirillum brasiliense* in combination or isolated with the other organic fertilizers proved to be very efficient.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista parcial das parcelas experimentais

Figura 2. Rótulo da embalagem do inoculante *Azospirillum brasilense*

Figura 3: Semeadura da cultivar de azevém BRS Ponteio. Uergs, 2019 (Fotos do acervo pessoal do autor)

Figura 4. Azevém em estágio reprodutivo

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo

Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento

Tabela 3: Análise do composto orgânico Folhito®

Tabela 4: Produção de massa verde e seca da parte aérea do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tabela 5: Produção de massa verde e seca da parte radicular do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tabela 6: Produção de massa verde e seca total do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tabela 7: Concentração de N na parte aérea do azevém (%) em função dos tratamentos utilizados

Tabela 8: Produtividade de grãos do azevém em função dos tratamentos utilizados

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
2.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO AZEVÉM NO MUNDO, NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL .....	11
2.2 MORFOLOGIA E FENOLOGIA DO AZEVÉM .....	12
2.3 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO AZEVÉM .....	14
2.4 CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS IDEAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO AZEVÉM .....	16
2.4.1 Radiação Solar .....	16
2.4.2 Água .....	17
2.4.3 Temperatura .....	17
2.5 IMPLANTAÇÃO DO AZEVÉM .....	18
2.5.1 Semeadura .....	18
2.5.2 Época de semeadura e cultivares recomendadas .....	18
2.6 CALAGEM E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO AZEVÉM .....	19
2.6.1 Calagem no sistema convencional e no sistema plantio direto .....	19
2.6.2 Exigências Nutricionais .....	19
2.6.3 Recomendação de adubação .....	20
2.6.3.1 Adubação Química Utilizada .....	20
2.6.3.2 Adubação Orgânica Utilizada .....	21
2.7 REMINERALIZADORES .....	22
2.8 COMPOSTO ORGÂNICO À BASE DE CAMA DE AVIÁRIO .....	23
2.9 BIOFERTILIZANTE SUPERMAGRO .....	24
2.10 <i>AZOSPIRILLUM BRASILIENSE</i> .....	24
2.11 MANEJO E UTILIZAÇÃO DO AZEVÉM .....	26
2.11.1 Adubação Verde .....	26
2.11.2 Alimentação Forrageira .....	27
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	29
3.1 OBJETIVO GERAL .....	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	29
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Santana do Livramento apresenta solos oriundos de basalto e arenito. Os solos basálticos da região são comumente explorados para pecuária familiar e apresentam deficiência hídrica, pouca profundidade, baixa capacidade de armazenamento de água e alta suscetibilidade à erosão devido à baixa profundidade. Dentre estes pode-se citar o solo litólico eutrófico e o vertissolo (TORRES, 2001).

Nos solos oriundos de arenito, observa-se uma maior densidade populacional, onde predomina a exploração da pecuária e da agricultura em pequenas e médias propriedades. Os solos areníticos se caracterizam por apresentarem baixa fertilidade, baixos teores de matéria orgânica e fósforo, e alta suscetibilidade à erosão devido à desagregação de suas partículas. Na região, os solos areníticos que ocorrem são os Argissolos Vermelhos Distróficos e Alissolos Crômicos Argilúvicos (HOFF et al. 2016).

Nas áreas onde predominam as formações areníticas, existe a necessidade de uma atenção especial com relação ao manejo, pois, são altamente friáveis, e muito sensíveis ao pisoteio e ao sobrepastoreio, sua utilização intensiva sem o emprego de práticas conservacionistas provoca a ocorrência de erosão, levando estas regiões a um processo de arenização (SUERTEGARAY; VERDUM, 2008).

Recomenda-se então, para os solos arenosos, que quando submetidos a cultivos anuais, devem ser empregadas as práticas de calagem, adubação, controle de erosão e sempre que possível, a incorporação de matéria orgânica com o intuito de aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC) e a retenção de água (PRIMAVESI, 2002).

Neste sentido, a adubação verde se apresenta como uma forma vantajosa de cobertura do solo. Atualmente, esta prática é empregada como cultivo entressafra ou entre linhas, com o intuito de proteger o solo de culturas em campos ou pomares. Quando bem escolhida, a adubação verde otimiza os resultados da adubação química, aumentando o vigor da cultura de interesse e pode reduzir a incidência de pragas e doenças, reduzindo os custos com adubação e controle químico (PRIMAVESI, 2002).

No Rio Grande do sul, especialmente na fronteira-oeste, é comum o emprego do azevém (*Lolium multiflorum*), que além de servir como adubação verde, também é



empregado na alimentação animal, caracterizando-se como uma espécie de duplo propósito (PRIMAVESI, 2002).

Para o azevém, o manejo de adubação e calagem pode ser definitivo para um bom estabelecimento de plantas. A calagem é realizada com o intuito do fornecimento de macronutrientes como Ca e Mg, além da redução da acidez do solo. Além disso, se faz necessária a adubação com os macronutrientes primários (N, P e K), que são exigidos em maiores quantidades e necessitam ser ofertados nas épocas de maior exigência da forrageira (GONÇALVES et al., 2017).

Para Hungria (2011), atualmente, os adubos químicos são um dos principais insumos que aumentam o custo de produção do azevém, e as projeções indicam que haverá um aumento substancial no emprego destes nos próximos anos. Em função disso, torna-se necessária a utilização de insumos alternativos. Dentre esses, destacam-se a utilização da fixação biológica por *Azospirillum brasilense*, a utilização do adubo orgânico, os remineralizadores e os biofertilizantes.

O *Azospirillum brasilense* é uma bactéria promotora de crescimento de plantas (BPCP). Estes microorganismos são capazes de colonizar a rizosfera, a filosfera e tecidos internos das plantas, realizando a fixação biológica por meio de associação. As BPCPs promovem o crescimento das plantas a partir da combinação de vários aspectos, como a fixação biológica de nitrogênio, a produção de fitohormônios (auxina, citocinina, giberelina e etileno), solubilização de fosfatos e por atuarem como agentes biológicos no controle de patógenos (HUNGRIA, 2011).

No que diz respeito à adubação orgânica, a cama de aviário se destaca, pois apresenta elevados teores de nutrientes. Segundo Oliveira (2001), o esterco de aves apresenta teores de nitrogênio (33,6 g kg<sup>-1</sup>), fósforo (13,3 g kg<sup>-1</sup>), potássio (19,2 g kg<sup>-1</sup>) e cálcio (25,5 g kg<sup>-1</sup>), superiores a outra fonte de adubo orgânico muito usada, o esterco de gado, que apresentou os teores: nitrogênio (15,8 g kg<sup>-1</sup>), fósforo (1,9 g kg<sup>-1</sup>), potássio (13,2 g kg<sup>-1</sup>) e cálcio (18 g kg<sup>-1</sup>).

O emprego de agrominerais remineralizadores do solo também é muito importante para uma adubação mais eficiente. Conforme a Lei nº 12.890, de dezembro de 2013, o remineralizador é uma categoria de insumo à agricultura. Trata-se de material mineral que utilizado após sofrer redução por processos mecânicos, altera índices de fertilidade e promove a melhoria do solo. O município de Santana do Livramento conta com uma

grande disponibilidade de rejeitos de mineração, tornando mais fácil o acesso a estes materiais. Os efeitos da aplicação dos agrominerais na cultura variam de acordo com os minerais presentes na sua composição, granulometria, tipo de solo, dose aplicada, forma de aplicação e espécie vegetal empregada (MARTINAZZO, 2016).

Para complementar a nutrição das plantas, muitas vezes se faz necessário o emprego de uma adubação de cobertura, a qual no modelo convencional é realizada com a aplicação de ureia. Os biofertilizantes líquidos podem suprir esta função, pois são produtos da fermentação aeróbia ou anaeróbia, de restos animais ou vegetais acrescidos de micronutrientes. Este tipo de insumo, além de incrementar nutrientes na parte aérea da planta, também atua como um defensivo natural por meio de dois fatores: pelo fortalecimento da parte aérea com macro e micronutrientes e; pela presença de microrganismos benéficos que impedem a proliferação de patógenos (FINATTO, 2013; PENTEADO, 2010).

Levando em conta o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de insumos alternativos e orgânicos na produção de azevém destinado à cobertura verde.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO AZEVÉM NO MUNDO, NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL

Segundo Boldrini e Nabinger (2009), a formação campestre do Rio Grande do Sul estende-se por uma área total de 16 milhões de hectares. São estimadas em média 800 espécies de poáceas e 200 espécies de fabáceas, sendo a maioria destas de ciclo primavero-estival. Nos meses de outono e inverno, o estado passa por um período denominado vazio forrageiro, que se caracteriza pela paralisação do crescimento e queda na qualidade da pastagem nativa.

Sendo o campo nativo a principal fonte de forragem para a pecuária de corte, no período outono-hipernal o rebanho sofre um déficit alimentar, causando uma queda nos índices produtivos da bovinocultura. Esta deficiência é suprida por meio do emprego de fenos, silagens e pela implantação de pastagens exóticas de clima temperado, dentre as quais destaca-se o azevém (ROMAN, 2007; ROSO, 2000).

O azevém anual (*Lolium multiflorum Lam*) é uma poácea C3, largamente empregada no sul do Brasil. Esta espécie é oriunda do mediterrâneo, sendo trazida ao Estado por imigrantes italianos, que iniciaram seu cultivo na costa inferior do nordeste gaúcho. A partir disso, a população original de plantas passou por um processo de seleção natural, tornando-a cada vez mais adaptada às condições edafoclimáticas da região, e favorecendo a extensão de seu cultivo para todo o Estado (GONÇALVES, 1979).

Devido à sua grande adaptabilidade e rusticidade, o azevém é a gramínea forrageira de inverno mais utilizada no Rio Grande do Sul, assim como na maior parte das regiões de clima temperado e tropical no mundo, como na Ásia, América do Sul e do Norte, Europa e Nova Zelândia (HIRATA et al, 2016; OLIVEIRA, 2014).

É válido ressaltar que o azevém é empregado com múltiplos propósitos, como, por exemplo, fornecedora de forragem no período de vazio forrageiro e em Integração Lavoura Pecuária (ILP); cobertura de inverno no Sistema Plantio Direto; adubação verde em pomares; e rotação de culturas com espécies de verão (ROSO; RESTLE, 2000).

## 2.2 MORFOLOGIA E FENOLOGIA DO AZEVÉM

O azevém anual é uma poácea C3, de estação fria, cespitosa, apresenta crescimento ereto, com altura que varia entre 80 cm a 120 cm. Forma touceiras que variam de 40 cm a 100 cm. Seus colmos são eretos, cilíndricos e glabros, podendo tornar-se decumbentes. Bainha estriada e fechada. Lígula curta e esbranquiçada. Apresenta lâmina foliar estreita, com largura entre 2 mm a 4 mm, glabra, ápice agudo, cor verde-brilhante. Sua inflorescência é do tipo dística, ereta, variando entre 15 cm a 20 cm de comprimento, com espiguetas multifloras, flósculos e lemas aristados, onde, protegidos pela palha, encontram-se três estames e um pistilo (FONTANELLI, 2012; WUTKE, 2007).

O ciclo médio do azevém varia entre 150 a 180 dias. Seu potencial produtivo fica em média de 3 a 6 toneladas por hectare. É uma planta rústica e agressiva, com boa capacidade de perfilhamento e altamente resistente às geadas. Proporciona uma excelente cobertura do solo, realizando o controle alelopático contra plantas espontâneas. Seu sistema radicular é fasciculado e denso, com muitas raízes adventícias e fibrosas, que são responsáveis por oportunizar uma boa agregação das partículas do solo (WUTKE, 2007; CALEGARI, 1993).

O azevém anual pode ser diploide ou tetraploide ( $2n$  ou  $4n$ ). Estas características afetam o grau de alternatividade e a duração do ciclo vegetativo. A maioria dos produtores emprega o azevém diploide, denominado “azevém comum”. Porém, alguns produtores já estão dando preferência ao azevém tetraploide, pois este apresenta alguma superioridade sobre a produção inicial e produção de massa, bem como, apresenta um ciclo vegetativo mais longo, sementes maiores e rebrote mais rápido quando comparados às cultivares diploides (ANDRES, 2016; TONETTO, 2011).

No que diz respeito à produtividade de forragem e estrutura da pastagem, o azevém varia de acordo com a quantidade de perfilhos e à massa acumulada individualmente, em cada perfilho. No decorrer do desenvolvimento das folhas e perfilhos, a planta vai aumentando sua área foliar, e conseqüentemente sua interceptação de luz e a produção de fotoassimilados. Estes fotoassimilados são responsáveis pelo rebrote das plantas, posterior a um corte, ou pelo enchimento dos grãos na fase reprodutiva (GOMIDE et al., 2006; DIFANTE, 2003).

O processo de acúmulo de forragem é a relação entre a produção de novos tecidos (folhas e pseudocolmo) e a senescência (morte dos tecidos vegetais). Quando sob pastejo, considera-se o acúmulo de forragem entre o crescimento, senescência e o material consumido pelo rebanho em pastejo (BIRCHMAN; HODGSON, 1983).

Para a produção de forragem, o número de perfilhos gerados é um fator crucial. Quando cessa o crescimento dos perfilhos, no estágio reprodutivo, a produção forrageira se dá por meio do aumento da massa dos perfilhos já estabelecidos, sendo que, o aumento da massa destes perfilhos é dependente das características morfogênicas pré-determinadas geneticamente (alongação da folha, alongação do colmo, aparecimento e duração das folhas), que podem variar de acordo com as condições edafoclimáticas as quais a planta está submetida (LOPES, 2003 ;LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A morfogênese foi definida por Chapman e Lemaire (1993) como a dinâmica de geração e expansão da planta no espaço. O estudo da morfogênese analisa a emergência, crescimento, senescência e a morte da pastagem, auxiliando no entendimento do processo de crescimento das pastagens e colaborando para o estabelecimento de estratégias para um manejo mais adequado das pastagens (GOMIDE, 2006; LEMAIRES; AGNUSDEI, 2000; LEMAIRES; CHAPMAN, 1996).

Para as gramíneas, a morfogênese se expressa, principalmente, por três fatores: taxa de aparecimento foliar (TAF), taxa de expansão foliar (TEF) e duração de vida das folhas (DVF) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A TAF é definida pela diferença do número total de folhas vivas em um perfilho no período compreendido entre duas avaliações, esta diferença é dividida pelo somatório das temperaturas térmicas diárias no mesmo período (folha/GD). Desta forma, a TAF afeta diretamente no índice de área foliar (IAF), desempenhando um papel fundamental na morfogênese, ao influenciar os principais quesitos de estrutura da pastagem: tamanho de folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilho (CUNHA, 2012; LEMAIRES; CHAPMAN, 1996).

Segundo Cunha (2012), a TEF é expressa pela diferença entre os comprimentos das laminais foliares em crescimento, dividida pelo somatório das temperaturas médias do período (cm/GD). Esta variável é fortemente influenciada pelas características edafoclimáticas e nutricionais, principalmente quanto à disponibilidade de nitrogênio, pois o acúmulo deste nutriente é maior na zona de divisão celular (GASTAL; NELSON, 1994).

Para a definição da DEF, é necessária a obtenção do filocrono (F), que é a relação inversa da TAF ( $1/TAF$ ), sendo este a soma térmica necessária para o aparecimento de duas folhas consecutivas. Desta forma, a DEF é o produto entre o filocrono e o número de folhas vivas (NFV) por perfilho (CUNHA, 2012).

A combinação de características morfogênicas define os três principais aspectos estruturais das pastagens: número de folhas verdes ( $DVF \cdot TAF$ ), tamanho de folha (definida por TAF e TEF) e densidade populacional de perfilhos (definida pelo equilíbrio entre taxa de aparecimento e morte dos perfilhos) (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

O produto entre estas três características estruturais corresponde ao valor da IAF da pastagem, que é o indicador que diz respeito à capacidade de interceptação luminosa da planta, oportunizando as mudanças tanto nas características morfogênicas e estruturais do dossel vegetativo (CUNHA, 2012; NABINGER; PONTES, 2001; LEMAIRES; CHAPMAN, 1996).

### 2.3 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO AZEVÉM

O estudo do valor bromatológico permite a obtenção de valores reais dos nutrientes do alimento, sendo que estes valores são necessários para o cálculo de uma dieta adequada, o que afeta o desempenho produtivo dos animais (BENEVIDES et al., 2007), sendo que o valor nutricional das forrageiras varia de acordo com gênero, espécie, cultivar e estágio de maturação. (TONETTO et al., 2011).

Em relação ao estágio de maturação da planta, sabe-se que o valor nutricional das forrageiras decresce à medida em que esta se aproxima do ponto de senescência, aumentando, proporcionalmente o teor de fibras da pastagem. Com o decorrer das mudanças nutricionais e morfológicas da planta, a digestão e desempenho dos animais também apresenta, pois afeta o consumo e a digestibilidade da matéria seca (VAN SOEST, 1994).

O aumento da relação colmo/folha é a mudança morfológica mais expressiva com o envelhecimento da pastagem, isto reduz a digestibilidade do material. Ocorre também aumento no teor de lignina e a diminuição da proteína bruta, reduzindo, conseqüentemente, o consumo animal (CHERNEY et al., 1990).

Segundo Ferolla et al. (2008), a quantidade de proteína é reduzida no decorrer do desenvolvimento, pois a parede celular cresce para proporcionar estrutura e proteção aos órgãos reprodutores e às sementes, tornando a planta mais fibrosa. Além disso, os teores

de proteína bruta podem variar de acordo com a época de plantio, porém, o fator principal para essa variação está no estágio fisiológico em que a planta se encontra.

Pellegrini et al. (2010) encontraram uma média de 21,3 % de proteína bruta (PB) no período de agosto a novembro, avaliando produção e qualidade de azevém anual. Medeiros et al. (2010) encontrou teores de PB (%) de 25,77, 25,40 e 17,05 para os meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro, respectivamente, o que demonstra uma queda acentuada nos teores de PB no decorrer do desenvolvimento do estágio fenológico das plantas.

A fibra em detergente neutro (FDN) é a medida do total da concentração de fibra da forragem. É composta de celulose, hemicelulose e lignina. A FDN está relacionada com o consumo voluntário dos animais. Quanto mais fibroso o pasto, o trato digestivo é enchido mais rapidamente, o que significa que o animal consome menos, necessitando maior incremento de suplementação. Quanto maior a porcentagem de FDN, menor será o consumo voluntário de matéria seca. Sendo que os valores ideais de FDN são inferiores a 50%.

A fibra em detergente ácido (FDA) está ligada à digestibilidade e é composta pelos constituintes da parede celular como a celulose, lignina e a fração fibrosa da pectina com exceção da hemicelulose. Portanto, A FDA está relacionada com a digestibilidade, ou seja, quanto maior for a porcentagem de FDA, menor será a digestibilidade dos ruminantes. Os valores ideais de FDA têm de ser inferiores a 30%.

O manejo é o principal fator de interferência na qualidade das pastagens. De acordo com Barbosa et al. (2007), se for manejada mais intensivamente, a pastagem, apresentará maior qualidade, pois isto proporciona um crescimento constante, havendo maior presença de material vegetativo, mais tenro, com perfilhos e folhas jovens, que possuem maior valor nutricional.

Weiss et al. (2018) avaliaram a composição bromatológica de seis cortes da cultivar BRS Ponteio e, observaram que os teores de proteína foram maiores no primeiro corte (25,2%), em comparação ao último corte (17,20%). Observaram também, que os teores de FDA foram menores no primeiro corte (24,7%) em comparação ao último corte (29%). Em relação ao FDN observaram maiores valores no primeiro corte (47,9%) do que o último corte (44,0%).

Roso et al., (2000), avaliando o efeito da adubação nitrogenada nos teores de proteína bruta em cortes subsequentes, observou que os teores de proteína bruta foram reduzindo em cada corte, porém, concluiu que a adubação nitrogenada influencia positivamente nos teores de proteína bruta.

Os teores de minerais são avaliados a partir das cinzas. A adubação química ou orgânica pode alterar positivamente os teores nutricionais das cinzas de uma pastagem.

Nesse sentido, pesquisas que referentes às modificações genéticas na composição química da parede celular, e na sua morfologia, com o intuito de selecionar materiais com maior digestibilidade já são realizadas em diversos países no mundo. Contudo, pesquisas com o intuito de aumentar o valor bromatológico das pastagens ainda são escassas (AZEVEDO JUNIOR, 2011).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS IDEAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO AZEVÉM

No que tange à produtividade do azevém, destaca-se que as características climáticas tais como a radiação solar, a disponibilidade de água e a temperatura são fatores que influenciam diretamente.

### 2.4.1 Radiação Solar

As plantas utilizam a energia solar para produzir compostos orgânicos por meio de fotossíntese. A produção forrageira é diretamente afetada por este processo, no qual o dióxido de carbono presente na atmosfera se converte em carboidratos. Conforme nos apresenta Lemaire (1996), o carbono é um dos principais constituintes dos tecidos vegetais e o nível de assimilação desse elemento pelas plantas é que determina a taxa de acúmulo de biomassa de um pasto. Neste sentido, pode-se afirmar também que a quantidade de carbono acumulada em uma área, por determinada unidade de tempo, é determinante para a produtividade primária de uma pastagem.

As particularidades de um IAF interferem na captação da radiação incidente pelas culturas, bem como a posição solar, geometria e tamanho da folha, ângulo de inserção, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade (VARLET-GRANCHER et al., 1989) e ainda a espécie cultivada e de práticas de manejo. Na ocorrência de um aumento de IAF, as folhas basais sombreadas e as velhas, fotossinteticamente menos eficientes, influenciarão produção de massa seca (MS).

Além da quantidade de luz, outro aspecto importante da luz diz respeito à sua qualidade, principalmente à relação V/Ve (vermelho/vermelho extremo) da luz incidente em cada camada de folhas. A ativação de gemas e a produção de novos perfilhos são dependentes desta relação e da radiação incidente. A relação V/Ve é reduzida à medida que se aumenta a área foliar do dossel (MATTHEW et al., 2000).



Costa et al. (2012) afirmam que a otimização da produtividade primária do ecossistema depende do conhecimento do processo de fotossíntese e dos fatores a ela ligados. Pode-se complementar essa afirmação trazendo à luz que a quase totalidade, cerca de 90%, do peso seco das plantas está relacionada com a assimilação do carbono via fotossíntese. A quantidade absorvida diretamente do solo representa entre 6 e 9% desse peso.

Refletindo-se sobre o contínuo suprimento de energia solar, é possível concluir que a produtividade de biomassa de um sistema pastoril seja ilimitada. Entretanto, a maioria dos ecossistemas, sejam naturais ou cultivados apresentam baixa produtividade. Isso ocorre devido a algumas restrições ecológicas, sendo duas em especial: a quantidade de radiação solar e fatores variados como potencial genético e disponibilidade de água e nutrientes. Sobre o primeiro, Costa et al. (2012) refere que cerca de 55% da radiação solar que atinge a terra serve como energia calórica para a atmosfera, de modo a criar um ambiente adequado para a relação entre solo e vegetação. O restante, cerca de 45%, são a porcentagem utilizada pelas plantas para a fotossíntese. A eficiência dos processos fotossintéticos também é afetada pelo clima ou características do solo.

#### 2.4.2 Água

Conforme nos traz Lemaire (2001), a quantidade de energia solar interceptada por uma planta influencia na quantidade de água absorvida e transportada. Trata-se de um mecanismo que dissipa o calor, evita o ressecamento e garante que as temperaturas internas estejam propícias para a realização de seus processos internos. Assim, o estresse hídrico é potencialmente prejudicial para o crescimento das pastagens, uma vez que reduz a absorção de nitrogênio e outros nutrientes, de acordo com Rodrigues (1997). Para fins de ilustração, pode-se citar os estudos de Freitas et al. (2003), que registram que lâminas de 2 e 5 cm incrementaram o crescimento de raízes, matéria seca de raízes e matéria seca da parte aérea, em comparação com áreas não irrigadas.

#### 2.4.3 Temperatura

Considerando-se que a temperatura base superior é raramente atingida, considera-se a temperatura base inferior, abaixo da qual uma planta não se desenvolve ou se desenvolve de forma muito reduzida. Buriol et al. (1987) chega a considerar que a taxa de desenvolvimento é tão baixa que pode ser desprezada.

No que diz respeito ao azevém, as temperaturas-base para os genótipos diplóides, variam entre 7,0 e 8,5°C, já os valores para os tetraplóides variam de 9,0 a 10,6°C.

## 2.5 IMPLANTAÇÃO DO AZEVÉM

### 2.5.1 Semeadura

O azevém pode ser implantado à lanço sobre o campo nativo, porém, dobrando a densidade recomendada. Após a semeadura, recomenda-se a entrada dos animais, proporcionando pisoteio intenso ou a utilização de um rolo para aumentar o contato solo-semente.

A sua implantação no Sistema Plantio Direto e na Integração Lavoura-Pecuária é realizada a lanço ou em linha.

No caso de pastagens degradadas, nas quais os solos apresentam compactação e toxidez de alumínio é recomendada a implantação do azevém em linha após o preparo convencional do solo e a realização da calagem e da adubação em profundidade.

Recomenda-se a utilização de sementes de boa qualidade (germinação e pureza superiores a 90%), dependendo do tipo de variedade (CARVALHO et al., 2010). A densidade de sementes empregada deve ser de 25 a 30 kg por ha<sup>-1</sup> para as variedades diplóides e 35 a 40 kg por ha<sup>-1</sup> para as tetraplóides (LOPES, et al., 2006).

A profundidade de semeadura em linha recomendada é de 2 a 4 cm, pois o enterro excessivo da semente ocasiona um stand de plantas irregular (MORAES, 1995). O espaçamento entre linhas mais indicado para as gramíneas é de 17 a 20 cm, sendo mais comum o espaçamento de 17cm. (NAGAOKA; NOMURA, 2003).

### 2.5.2 Época de semeadura e cultivares recomendadas

A época de semeadura no RS recomendada varia entre março e junho, quando o intuito é o plantio para pastoreio, fenação ou cobertura do solo para o plantio direto. Quando se objetiva a colheita de sementes, recomenda-se atrasar a semeadura para maio até início de junho, para reduzir as chances de geadas na época do florescimento. (FONTANELI et al., 2012; SOARES, 2014).

A partir da implantação das plantas trazidas pelos imigrantes europeus, o azevém sofreu com os efeitos da seleção natural, dando origem a uma população de plantas totalmente adaptadas às condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul. Este é denominado Azevém “Comum RS” (MEDEIROS; NOBINGER, 2001).

Com o passar do tempo, novas cultivares foram desenvolvidas e cultivadas. Atualmente, a maior parte do azevém comercializado é identificado pela cultivar comum.

Estão registradas também as cultivares LE-284, Eclipse, FABC<sup>-1</sup>, Fepagro São Gabriel e BRS Ponteio (EMBRAPA, 2018).

A cultivar BRS Ponteio foi selecionada a partir de populações naturalizadas coletadas no Rio Grande do Sul, e testadas durante três anos no RS e Paraná. Essa cultivar apresentou uma produtividade 7% maior do que a melhor testemunha. Apresenta ciclo mais longo e melhor proporção folha/colmo do que a cv. Comum (EMBRAPA, 2018).

## 2.6 CALAGEM E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO AZEVÉM

### 2.6.1 Calagem no sistema convencional e no sistema plantio direto

O pH de um solo representa a atividade do íon hidrogênio. Neste contexto, o calcário eleva o pH do solo ao converter íons de hidrogênio em água. Nesta reação de neutralização, os íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) presentes no calcário substituem o alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) nos pontos de troca, o íon carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) reage com a solução do solo criando um excesso de íons hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) que, em seguida, reagem com o  $\text{H}^+$  (excesso de acidez), formando moléculas de água (MEURER, 2012).

A elevada acidez do solo em conjunto com a toxidez de alumínio (Al) afetam a produtividade e a qualidade nutricional das plantas, pois este ambiente favorece a redução do desenvolvimento do sistema radicular e por consequência, diminui a absorção de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), os quais compõem o componente bromatológico denominado de cinzas (GONÇALVES et al., 2017).

Recomenda-se a calagem quando for necessário elevar o pH do solo e eliminar a toxidez de alumínio, evitando causar limitações no desenvolvimento das plantas. A aplicação do calcário deve ser realizada antes da semeadura para que a reação de neutralização dos íons  $\text{H}^+$  ocorra (MALAVOLTA, 1976).

### 2.6.2 Exigências Nutricionais

A calagem oferece Ca e Mg, mas o fornecimento de macronutrientes primários (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), que são exigidos em maiores quantidades, necessita ser realizado nas épocas de maiores exigências das forrageiras. Os macronutrientes secundários (Ca, Mg e S), e os micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn, Bo, Cl e Mo), são necessários em quantidades menores, porém, também são fundamentais para uma nutrição adequada de plantas (RAIJ, 2011). Dá-se ênfase para o nitrogênio, que realiza

um papel fundamental no metabolismo vegetal, ao participar diretamente da biossíntese de proteínas e clorofilas (GONÇALVES et al., 2017; ANDRADE et al., 2003).

O nitrogênio é o nutriente mais limitante para o crescimento de plantas. É considerado um elemento de fundamental importância, pois proporciona um aumento na disponibilidade e qualidade de forragem, por meio do acréscimo na taxa de expansão foliar e perfilhamento, elevando a quantidade de proteína por hectare (LUPATINI et al., 1998; COSTA, 1995; CAIELLI et al., 1991; MALAVOLTA, 1976; OAKES, 1967).

O fósforo (P) atua na constituição de compostos que armazenam energia, dentre eles o ATP (Trifosfato de Adenosina). É a partir deste composto energético que as plantas realizam a fotossíntese, absorvem nutrientes do solo de forma ativa e sintetizam compostos orgânicos (MALAVOLTA, 2006). Além disso, o fósforo também influencia no desenvolvimento radicular, a partir do aumento da densidade de raízes no solo (MAZZA, 2010).

O potássio (K), que é um nutriente muito móvel, atua no transporte transmembrana, além de ativar um grande número de enzimas do metabolismo vegetal, sendo que algumas destas participam das reações fotossintéticas, de respiração, síntese de amidos, proteínas e lignina, como por exemplo, a piruvato quinase, amido sintetase, desidrogenase e aldolase (MALAVOLTA, 2006). O potássio é o segundo elemento mais exigido pelas plantas, precedido pelo nitrogênio (SIMONETE et al., 2002).

### 2.6.3 Recomendação de adubação

A adubação do azevém deve ser realizada antes da semeadura, com base nos resultados de uma análise do solo. Com estes resultados, é possível determinar qual a quantidade necessária de cada nutriente, de acordo com as necessidades da cultura. A amostra do solo também informa se há necessidade de corrigir a acidez do solo, por meio da incorporação de calcário (SOARES, 2014).

#### 2.6.3.1 Adubação Química Utilizada

Os adubos químicos são produzidos industrialmente, tanto na forma líquida (para aplicação foliar), quanto na forma granulada (adubos que vão se dissolvendo aos poucos no solo). Este tipo de adubo apresenta uma liberação mais rápida e maiores concentrações do que os adubos orgânicos (MALAVOLTA et al., 1974).

Os adubos mais utilizados no cultivo do azevém são o NPK (Nitrogênio, fósforo e potássio), DAP (fosfato diamônico) ou MAP (fosfato monoamônico) na adubação de base e ureia como adubação de cobertura.

Os fertilizantes nitrogenados são totalmente solubilizados no solo, sendo o nitrato (ânion) e o amônio (cátion), as principais formas nitrogenadas absorvidas pelas plantas (MALAVOLTA, 2006).

Em solos oxidados, o nitrogênio é perdido por meio da volatilização da amônia. A aplicação de fertilizantes nitrogenados amônicos em horários quentes e em solos com pH neutro podem favorecer este tipo de perda. O amônio pode ser transformado em nitrato pelas bactérias do solo. Uma parte deste nitrato é absorvido pelas plantas, enquanto a outra parte sofre lixiviação. Em solos arenosos, com ocorrência de precipitação pluviométrica de alta intensidade, a lixiviação ocorre de forma mais intensa (BISSANI et al., 2008).

Em condições reduzidas de solo, o amônio é acumulado, pois a nitrificação é ausente. Desta forma, uma parte do amônio é absorvido pelas plantas e a outra fica retida nos argilominerais 2:1 (MEURER, 2012).

Com relação aos fertilizantes potássicos, as perdas por lixiviação são menores, pois o íon  $K^+$  tende a ficar retido nos sítios de troca, e o fluxo hídrico no solo somente consegue retirar os nutrientes que estão na solução do solo. Em solos arenosos, para evitar a perda de K por lixiviação, pode-se empregar K em cobertura como KCl ou ureia cloretada (RAIJ, 2011).

Os fertilizantes fosfatados apresentam solubilidade variável dependendo do tipo de fosfato e do tratamento térmico e químico da rocha fosfatada. A principal perda de fósforo ocorre por meio do escoamento superficial (NOVAIS, SMITH, 1999)

#### *2.6.3.2 Adubação Orgânica Utilizada*

No plantio convencional do azevém, as exigências nutricionais são supridas por meio da aplicação de calcário e do emprego de adubos químicos. Contudo, estes insumos apresentam um custo elevado, além de ocasionarem impactos ambientais negativos quando manejados de forma inadequada (KIEHL, 1985).

Neste contexto, a adubação orgânica se mostra uma alternativa viável aos insumos químicos. Este tipo de adubação oportuniza benefícios a longo prazo, melhorando características químicas, físicas e biológicas do solo por meio do incremento de matéria orgânica (SANTIAGO; ROSSETTO, 2018).

Ocorre a estabilização dos agregados do solo, este fator propicia melhorias na qualidade física, pois colabora ao promover uma maior aeração, infiltração e retenção de água no solo (SILVA et al., 2006). A biota do solo é favorecida, pois grande parte destes organismos necessitam de carbono e outros nutrientes presentes na matéria orgânica (MORSELLI, 2009). A adubação orgânica também promove melhorias químicas do solo, liberando os nutrientes de forma mais lenta, aumentando a capacidade de troca de cátions, a complexação do alumínio tóxico e disponibilizando P, N e enxofre (S) (GONÇALVES, et al., 2017).

Em propriedades rurais, principalmente aquelas caracterizadas como agricultura familiar, os principais adubos orgânicos utilizados são esterco curtido, húmus oriundos de compostagem ou vermicompostagem, biofertilizantes e remineralizadores do solo. Estes adubos são menos agressivos ao ambiente e possibilitam o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, bem como a viabilidade da propriedade por muitos anos, pois reduz os custos de produção, valorizando a autonomia do produtor (GONCALVES, et al., 2017).

Contudo, as plantas não absorvem os nutrientes na forma orgânica, apenas na forma inorgânica, por isso, é necessário que ocorra um processo de mineralização. Neste processo, a substância orgânica é convertida em inorgânica por meio da atuação dos microorganismos edáficos. Desta forma, a abundância e a diversidade dos organismos é o que determina a velocidade de mineralização (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002; KIEHL, 1985).

No Rio Grande do Sul, o material de adubação orgânica mais utilizado é o esterco bovino curtido, devido ao tamanho do rebanho bovino do estado, e a facilidade da produção do esterco curtido (ROSA et al., 2005).

## 2.7 REMINERALIZADORES

O emprego de pós de rocha como fertilizantes é amplamente difundido em formas de agricultura alternativas, pois este é um material natural, composto por minerais de

dissolução lenta, que são potenciais fontes de nutrientes para as plantas, promovendo melhorias nas propriedades físicas ou físico-químicas do solo, proporcionando o desenvolvimento e a nutrição das plantas (ERHART, 2009).

A inclusão dos pós de rocha na legislação brasileira dos fertilizantes é recente. Segundo a lei nº 12.890, 10 de dezembro de 2013, a denominação remineralizador é conceituada como um material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos, que cause impacto nos índices de fertilidade do solo por meio do incremento de macro e micronutrientes na composição química do solo, promovendo a melhoria da fertilidade e oportunizando o desenvolvimento de plantas (BRASIL, 2013).

Contudo, a dissolução dos pós de rocha é um processo muito lento e complexo. Por isso, este tipo de insumo tem sua eficácia questionada. Fatores como a composição química e mineralógica da rocha, a granulometria do material, o tempo de reação, pH, umidade e a atividade biológica do solo influenciam diretamente na dissolução dos remineralizadores (VAN STRAATEN, 2010).

## 2.8 COMPOSTO ORGÂNICO À BASE DE CAMA DE AVIÁRIO

Os sistemas de criação de animais originam diversos resíduos orgânicos. Estes resíduos são grandes responsáveis por impactos ambientais consideráveis e sua utilização como adubos e condicionadores dos solos na agricultura tem se constituído em uma alternativa interessante para a preservação da qualidade ambiental, e redução de custos agrícolas (MELLO; VITTI, 2002).

Dentre os resíduos que apresentam grande disponibilidade atualmente, destaca-se o proveniente da criação intensiva de aves, que é denominado como cama de aviário. Este resíduo, além de ser rico em nutrientes, está disponível a um baixo custo, e pode ser empregado pelos agricultores na adubação das culturas agrícolas (COSTA et al., 2009).

Os principais nutrientes presentes na cama de aviário, o nitrogênio (N), fósforo (P), e o potássio (K), são também os principais componentes dos adubos minerais, e os macronutrientes principais exigidos para o desenvolvimento das plantas. A cama de aviário possui uma quantidade maior de nutrientes por kg. Avaliando em um parâmetro anual, enquanto seriam necessários 8.090 kg de ureia, o mesmo valor correspondente de N, seria, na cama de aviário o equivalente apenas 3.640 kg ao ano, diminuindo assim, os custos (METZNER et al., 2015).

## 2.9 BIOFERTILIZANTE SUPERMAGRO

Segundo Silva e Carvalho (2000) o biofertilizante denominado supermagro foi desenvolvido por Delvino Magro no ano de 1994, no centro de Agricultura Ecológica Ipê, no Rio Grande do Sul. Este biofertilizante é composto por ácido bórico, cloreto de cálcio, molibdato de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de magnésio, sulfato de manganês, sulfato de zinco, calcário calcítico, cálcio, fosfato, além de macronutrientes N, P, K, S, Ca, Mg. É utilizado para aplicação foliar, e tende a apresentar melhores resultados em espécies dicotiledôneas.

O uso do biofertilizante supermagro tem como objetivo complementar a adubação do solo, pois fornece micronutrientes essenciais ao metabolismo, ao crescimento e à produção das plantas, via foliar. É válido destacar que o biofertilizante supermagro também pode atuar como defensivo natural, pois é um meio de crescimento de bactérias benéficas, por exemplo, o *Bacillus subtilis*, que é responsável por inibir o crescimento de fungos e bactérias patogênicos, e também aumenta a resistência das plantas contra insetos e ácaros (EMBRAPA, 2006).

## 2.10 AZOSPIRILLUM BRASILIENSE

Existem bactérias capazes de estimular o crescimento das plantas, auxiliando na fixação de nitrogênio, produção de hormônios, solubilização do fosfato e no controle de patógenos. Essas bactérias são benéficas às plantas e colonizam várias de suas partes, como raízes, rizosfera e tecidos internos. São chamadas de BPCP (bactérias promotoras de crescimento das plantas).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são um tipo de BPCP encontrado em quase todos os lugares da Terra, havendo a descrição de 14 tipos distintos, entre elas o *Azospirillum brasilense* (HUNGRIA, 2011)

Conforme nos apresenta Hungria (2011), essas bactérias ganharam notoriedade a partir da década de 1970, quando foi descoberta a capacidade de fixação de nitrogênio associadas com gramíneas. É sabido que o nitrogênio é elemento fundamental para a vida no planeta, porque constitui “ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas” (idem, 2011, p. 14).

O *Azospirillum brasilense* promove o estímulo ao crescimento das raízes de diversas plantas. Com o crescimento das raízes, tem-se como consequência a maior



absorção de nutrientes e água, levando a uma maior resistência a agentes patógenos. Outros benefícios atribuídos a essas BPCP incluem:

a melhoria em parâmetros fotossintéticos das folhas, incluindo o teor de clorofila e condutância estomática, maior teor de prolina na parte aérea e raízes, melhoria no potencial hídrico, incremento no teor de água do apoplasto, maior elasticidade da parede celular, maior produção de biomassa, maior altura de plantas. [...] incremento em vários pigmentos fotossintéticos, tais como clorofila a, b, e pigmentos fotoprotetivos auxiliares, como violaxantina, zeaxantina, atheroxantina, luteína, neoxantina e beta-caroteno, que resultariam em plantas mais verdes e sem estresse hídrico. (HUNGRIA, 2011, p. 16)

Estudos sobre o *Azospirillum* demonstram uma maior interação com determinadas espécies ou cultivares, como trigo, milho e milho, havendo a necessidade de avaliar melhor a sua interação com outros cereais, por exemplo. Ainda, algumas pesquisas demonstram que a utilização dessas BPCP favorece não apenas a fixação do nitrogênio, mas também de fósforo e potássio. Hungria (2011) relata a ocorrência de estudos sobre a utilização de *Azospirillum* inoculado em culturas de cana-de-açúcar, soja e feijoeiro.

Os inoculantes líquidos próprios para *Azospirillum* podem ser misturados às sementes por meio de máquina de tratamento de sementes ou tambor rotatório, observando-se a adequada distribuição. É mister a atenção à temperatura, tanto no depósito quanto na máquina de semeadura, pois o calor pode matar as bactérias. A semeadura deve acontecer até 24 horas após a inoculação. O processo deverá ser repetido caso as sementes tenham sido tratadas com fungicidas, inseticidas ou micronutrientes e não plantadas em 24 horas.

É preciso também especial atenção para as interações do *Azospirillum* com determinados fungicidas utilizados nas culturas de soja, pois as bactérias podem se mostrar incompatíveis.

Hungria (2011) classifica o mercado brasileiro de fertilizantes como frágil e dependente de importações, o que faz com que a utilização de fertilizantes à base de BPCP seja uma estratégia viável, devido à disponibilidade, ao preço, à facilidade na logística e os benefícios por menor poluição ambiental.

## 2.11 MANEJO E UTILIZAÇÃO DO AZEVÉM

### 2.11.1 Adubação Verde

Como adubação verde se entende o emprego de plantas para fins de cobertura vegetal, visando à nutrição e a proteção do solo e a melhoria de suas características. Em casos específicos, a adubação verde descarta a necessidade de adubos químicos ou orgânicos.

A técnica apresenta como benefício o baixo custo de produção, considerando-se que há várias espécies disponíveis, de cultivo simples e que podem ser plantadas ao longo do ano inteiro, especialmente em climas tropicais ou subtropicais.

A adubação verde pode ser realizada de várias formas: por meio de plantio isolado, rotação, sucessão ou consorciação e ainda é possível que parte das plantas utilizadas na técnica sejam utilizadas para outros fins, como a alimentação animal e a produção de sementes (PRIMAVESI, 2002).

Além dos benefícios apresentados pela parte aérea das plantas de cobertura, as raízes também apresentam importância na absorção dos nutrientes oriundos da aplicação de adubos na safra anterior, bem como o fornecimento de carbono para o desenvolvimento da fauna edáfica, o que por consequência, beneficia a porosidade total do solo (BULISANE, 1992). Com isso, a utilização da adubação verde melhora a fertilidade do solo, devido ao maior acúmulo de carbono, fósforo e CTC do solo (MIYASAKA, 1984).

A cultura do azevém, além de ser uma excelente opção forrageira, também é uma interessante alternativa para proteção e cobertura de solo, pois proporciona uma boa produção de massa, podendo ultrapassar de 10,0 t. ha<sup>-1</sup> de MS em situações de bom manejo (CARVALHO et al., 2010).

No RS, o azevém é empregado em rotação de culturas com culturas de verão como a soja, milho e arroz irrigado, proporcionando um bom efeito residual e uma redução na aplicação de herbicidas, nos sistemas de plantio direto (SOARES, 2018).

O manejo da adubação verde deve ser realizado quando o azevém estiver no final do estágio vegetativo, onde ocorre o maior acúmulo de matéria seca e de nutrientes. Podendo ser empregado o rolo faca ou herbicidas desseccantes (ALVARENGA, 2001).

Segundo Balbinot et al., (2007) e Wutke et al. (2007), a palhada de azevém possui elevada capacidade de suprimir a emergência e o desenvolvimento de plantas daninhas, por efeito mecânico (sombreamento) ou por efeito químico (alelopatia).

Com relação ao controle mecânico de plantas daninhas, a cobertura morta exerce um efeito físico sobre as espécies espontâneas. A palhada atua sobre a passagem de luz, ocasionando sombreamento, temperatura e umidade do solo. Além disso, ainda pode liberar substâncias alelopáticas, oportunizando condições adversas à germinação e ao estabelecimento das plantas daninhas (SOUZA, 1988).

A alelopatia é definida como o efeito inibitório ou benéfico, direto ou indireto, de uma planta sobre outra, a partir da produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (FEROLLA, F.S. et al., 2000). Os aleloquímicos são compostos liberados por plantas ou seus resíduos e que podem ter efeito negativo ou positivo em outra planta (VIDAL; BAUMAN, 1997).

### 2.11.2 Alimentação Forrageira

Considerando-se o clima da região sul do Brasil, mais especificamente do Estado do Rio Grande do Sul, cujos verões e invernos são muito bem marcados e bastante rigorosos, os pecuaristas precisam estar preparados para a dormência dos campos nativos, onde o gado costuma pastar.

No inverno, é bastante comum a perda de peso dos animais, em função da reduzida oferta de alimentação natural. Dessa forma, uma boa alternativa é cultivar pastagens de inverno. As pastagens invernais mais comumente utilizadas pelos produtores no sul do Brasil são formadas por azevém ou por consórcios entre gramíneas e leguminosas.

O azevém constitui um dos cardápios mais nutritivos para o gado. Plantado no final de março para servir como alimento durante o inverno, o azevém fornece ganho de peso acima da média em pastagens extensivas, considerando-se sua palatabilidade e a aceitação do gado.

Para Rocha et al. (2007), entre as espécies mais utilizadas para pastagens de inverno em sistemas de produção animal no Rio Grande do Sul estão a aveia preta e o azevém. Os autores destacam que a aveia preta possui um ciclo mais curto e produção forrageira mais precoce, porém, o azevém é mais utilizado pela "facilidade de ressemeadura, pela resistência a doenças, pelo potencial de produção de sementes e possibilidade de associação com outras espécies" (ROCHA et al, 2007, p.7)

Estes autores recomendam, portanto, a mistura entre as duas culturas, de forma a estender o período de pastejo e evitar "a flutuação no fornecimento de forragem aos animais" (ROCHA et al, 2007, p.8)

Rocha et al (2007) para além das questões relacionadas às perdas de peso do gado no período invernal, apresenta ainda questões associadas às quedas da produção leiteira devido à carência alimentar o que traz como consequência a diminuição dos ganhos pelo produtor. Neste sentido, recomendam a utilização de pastagens como uma forma econômica para a continuidade da produção de leite nos períodos mais críticos do ano.

No que tange à sobressemeadura de aveia com azevém, Rocha et al (2007) afirmam que se trata de uma boa alternativa para o fornecimento de forragem, permitindo ocupação das áreas durante o ano todo.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do emprego de diferentes insumos alternativos na produção de matéria verde da parte aérea e sistema radicular, matéria seca da parte aérea e sistema radicular, produção de sementes e teores de nitrogênio foliar do azevém.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicação de calcário na área experimental;
- Adubação com cama de aviário e pó de rocha;
- Realizar a Semeadura;
- Realizar três aplicações foliares de biofertilizante supermagro;
- Retirar plantas utilizando o método amostral do quadrado;
- Pesagem de massa verde da parte aérea e das raízes;
- Análise do tecido foliar;
- Pesagem de massa seca da parte aérea e das raízes;
- Colheita dos grãos utilizando o método amostral do quadrado;
- Pesagem dos grãos.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade agrícola localizada em Santana do Livramento. As parcelas experimentais consistiram nas dimensões de 3m de largura x 2m de comprimento (Figura 1).



Figura 1. Vista parcial das parcelas experimentais

Durante a marcação das parcelas experimentais, foi retirada uma amostra de solo para caracterização físico-química do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo

MO	Argila	SMP	pH H <sub>2</sub> O	CTC <sub>pH7</sub>	Ca	Mg	P	K	Saturação	
...g kg <sup>-1</sup> ...				.... cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> ....			-mg dm <sup>3</sup> -		Al %	V %
0,97	120	5,5	5,1	5,4	1,8	0,9	21,3	69	3,3	54

A calagem do solo, foi realizado um mês anteriormente a semeadura da cultivar de azevém BRS Ponteio sendo aplicado uma quantidade equivalente a 3,65 T ha<sup>-1</sup>. O corretivo comercial utilizado foi o GEOX, cuja constituição apresenta o óxido de cálcio (57%) e óxido de magnésio (30%) com PRNT de 167%, sendo incorporado na camada arável de 0-20cm.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, onde foram avaliados os tratamentos presentes na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos
T1) Testemunha
T2) <i>Azospirillum brasilense</i>
T3) <i>Azospirillum brasilense</i> e Adubo Orgânico Folhito
T4) <i>Azospirillum brasilense</i> , Adubo Orgânico Folhito e Remineralizador
T5) <i>Azospirillum brasilense</i> , Adubo Orgânico Folhito, Remineralizador e Biofertilizante

Anteriormente, a semeadura do azevém, o adubo orgânico Folhito (Tabela 3) foi incorporado na camada superficial do solo (0-20cm) numa quantidade equivalente a 5000 kg há. Neste mesmo dia, foram aplicados os remineralizadores, os quais consistiram na aplicação conjunta equivalente a aplicação de 2500 kg ha de basalto e 2500 kg ha de granodiorito gnáissico.

Tabela 3. Análise do composto orgânico Folhito®

pH	Teor de umidade	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
	%		----- g kg <sup>-1</sup> -----					
9,0	42	17:1	344	19,69	12,44	29,70	49,63	7,27

O *Azospirillum brasilense* foi aplicado através da inoculação realizada no sulco da semeadura do azevém, utilizando o inoculante líquido de nome comercial AZTotal (Figura 2).

Figura 2. Rótulo da embalagem do inoculante *Azospirillum brasilense*.

O biofertilizante utilizado foi o Supermagro, o qual foi aplicado 3 vezes ao longo do ciclo de desenvolvimento do azevém.

Em junho de 2019 foi feita a semeadura da Cultivar de Azevém BRS Ponteio. A densidade utilizada foi correspondente a 30 kg ha<sup>-1</sup>, sendo adotado o espaçamento de 17 cm (Figura 3).



Figura 3: Semeadura da cultivar de azevém BRS Ponteio. Uergs, 2019 (Fotos do acervo pessoal do autor)

As variáveis resposta avaliadas no experimento foram as seguintes: a) produção de massa verde e seca da parte aérea; produção de massa verde e seca das raízes, concentração de nitrogênio no tecido foliar e produtividade de grãos.

A produção de massa verde da parte aérea (Figura 4) foi estimada no final da fase de desenvolvimento vegetativo do azevém através de um corte realizado próxima a superfície do solo no interior de um quadrado de ferro de 0,25 m<sup>2</sup>. Posteriormente, foram retiradas as raízes do solo. Posteriormente, foi realizada no Laboratório da UERGS a pesagem da massa verde da parte aérea e radicular. Em seguida, as amostras foram serão secas na estufa a 65°C até atingir o peso constante. A quantificação de nitrogênio na parte aérea foi realizada no Laboratório de Solos da UFPel. A produtividade de grãos realizada no estágio reprodutivo (Figura 4) foram obtidas através da quantificação dos grãos no interior do quadrado de ferro mencionado anteriormente. No Laboratório da UERGS, os grãos coletados nas parcelas experimentais foram secados e pesados.



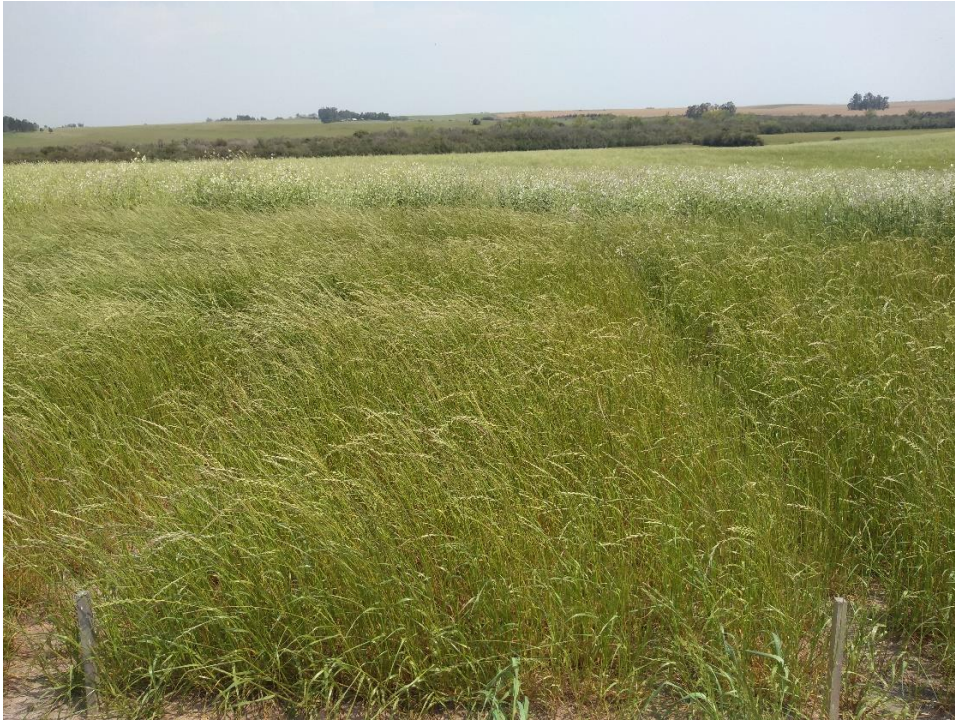


Figura 4. Azevém em estágio reprodutivo

Os dados de massa verde e seca da parte aérea e radicular, concentração de nitrogênio na parte aérea e produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância e posteriormente a comparação de média pelo teste de Tukey a 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, observa-se a resposta da produção de massa verde e seca da parte aérea do azevém em função dos tratamentos utilizados. A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultaram em maior produção de massa verde e seca da parte aérea quando comparados a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha. Isso se deve provavelmente ao efeito do fornecimento do nitrogênio fixado pela bactéria *Azospirillum brasilense* associado a mineralização do nitrogênio orgânico presente no adubo orgânico Folhito. Estima-se que 50% do nitrogênio presente nos resíduos orgânicos são liberados no primeiro cultivo após a sua aplicação (CQFS RS/SC, 2016). Hungria (2011) explica que embora o nitrogênio constitua cerca de 78% dos gases atmosféricos, os animais e plantas não conseguem utilizá-lo como nutriente devido à tripla ligação entre seus átomos. Entretanto, a enzima dinitrogenase, presente em alguns tipos de bactérias, rompe essa ligação e o reduz a amônia. Segundo a autora, a fixação biológica do nitrogênio ocorre pela associação simbiótica de plantas com bactérias de diversos gêneros, conhecidas como rizóbios. Quando se trata da simbiose entre rizóbios e leguminosas, como a soja, é possível obter taxas superiores a 300 kg de Nitrogênio ao ano, o que supre as necessidades da planta em sua totalidade. Porém, no caso do *Azospirillum*, apenas uma parte das suas necessidades é suprida pela fixação biológica.

Tabela 4: Produção de massa verde e seca da parte aérea do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Massa Verde Aérea	Massa Seca Aérea
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----	----- kg ha <sup>-1</sup> -----
Testemunha	8540 c	2713 c
Az.*	10087 b	3317 b
Az.+ Folh.*	10850 a	3653 a
Az.+Folh.+Rem.*	11073 a	3600 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	10720 a	3583 a

\* Az. (*Azospirillum brasilense*); Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert.(*Azospirillum brasilense*

A utilização do *Azospirillum brasilense* de forma isolada ou combinada com os demais adubos orgânicos resultaram em maior produção de massa verde radicular e quando comparados a testemunha (Tabela 5). Isso demonstra que a bactéria *Azospirillum brasilense* estimulou a produção de raízes. Segundo Hungria (2011) a bactéria além de ficar o nitrogênio pode estimular a produção de hormônios. Segundo a autora, essas

bactérias produzem fitohormônios capazes de estimular o crescimento radicular em diversas espécies de plantas. Hungria cita estudos de Tien et al. (1979), que verificaram que o ácido indol-acético, as giberlinas e citocininas são os componentes liberados pelo *Azospirillum brasilense*, estimulantes do crescimento das raízes. Por outro lado, a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma combinada apresentou maior produção de massa seca radicular em relação a sua utilização na forma isolada e a testemunha (Tabela 5).

Tabela 5: Produção de massa verde e seca da parte radicular do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Massa Verde Radicular	Massa Seca Radicular
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----	----- kg ha <sup>-1</sup> -----
Testemunha	5639 b	2006 c
Az.*	6527 a	2556 b
Az.+ Folh.*	7213 a	3553 a
Az.+Folh.+Rem.*	6907 a	3443 a
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	6813 a	3323 a

\* Az. (*Azospirillum brasilense*); Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert.(*Azospirillum brasilense*

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultaram em maior produção de massa verde e seca total quando comparados a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha. Isso corrobora com os resultados semelhantes obtidos com a produção de massa verde e seca da parte aérea (Tabela 4), bem como a produção de massa seca radicular (Tabela 5). Demonstrando que as referidas produções se devem ao efeito combinado através do fornecimento do nitrogênio fixado pela bactéria *Azospirillum brasilense* associado a mineralização do nitrogênio orgânico presente no adubo orgânico Folhito. A presença de remineralizadores e biofertilizantes não influenciaram nas produtividades da massa da parte aérea e radicular. No caso dos remineralizadores, isso se deve provavelmente, a lenta dissolução dos remineralizadores e as exigências imediatas de nutrientes para a absorção pelas plantas. Já os biofertilizantes, apresentam baixas concentrações de nutrientes, sendo mais utilizados como protetores de ataque de pragas e doenças (Tabela 6).

Tabela 6: Produção de massa verde e seca total do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Massa Verde Total		Massa Seca Total	
	kg ha <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	
Testemunha	14179 c		4719 c	
Az.*	16614 b		5873 b	
Az.+ Folh.*	18063 a		7206 a	
Az.+Folh.+Rem.*	17980 a		7043 a	
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	17553 a		6906 a	

\* Az. (*Azospirillum brasilense*); Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert.(*Azospirillum brasilense*)

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultaram em maior concentração na parte aérea quando comparados a utilização do *Azospirillum brasilense* na forma isolada e a testemunha. Isso corrobora com os resultados semelhantes obtidos com a produção de massa verde e seca da parte aérea, bem como a produção de massa seca radicular. Isso se deve provavelmente ao efeito do fornecimento do nitrogênio fixado pela bactéria *Azospirillum brasilense* associado a mineralização do nitrogênio orgânico presente no adubo orgânico Folhito, os quais promoveram maior absorção de nitrogênio quando comparadas a utilização isolada de *Azospirillum brasilense* e a testemunha. Com exceção da Testemunha, todos os tratamentos apresentaram de teor adequado de nitrogênio na parte aérea do azevém, onde recomenda-se 1,50 a 2,50% (CQFS RS/SC, 2016). Isso demonstra que a utilização combinada do *Azospirillum brasilense* e do adubo orgânico Folhito@ irá promover a formação de cobertura verde, a qual irá ser reciclada para a próxima cultura em sucessão.

Tabela 7: Concentração de N na parte aérea do azevém (%) em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Concentração de Nitrogênio na parte aérea	
	%	
Testemunha	1,35 c	
Az.*	2,10 b	
Az.+ Folh.*	2,45 a	
Az.+Folh.+Rem.*	2,40 a	
Az.+ Folh.+ Rem. + BioFert.*	2,40 a	

\* Az. (*Azospirillum brasilense*); Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert.(*Azospirillum brasilense*)

A utilização do *Azospirillum brasilense* de forma isolada ou combinada com os demais adubos orgânicos resultaram em maior produção de grãos quando comparados a

testemunha (Tabela 8). Os resultados demonstraram que o acúmulo de nitrogênio na parte aérea observado a utilização de *Azospirillum brasilense* seja na forma isolada ou combinada foram drenados para a formação de proteínas nos grãos quando comparada a testemunha.

Tabela 8: Produtividade de grãos do azevém em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Produtividade de grãos
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----
Testemunha	186 b
Az.*	440 a
Az.+Folh.*	472 a
Az.+Folh.+Rem.*	480 a
Az.+Folh.+Rem.+BioFert.*	492 a

\* Az. (*Azospirillum brasilense*); Az.+Folh. (*Azospirillum brasilense*+Folhito); Az.+Folh.+Rem. (*Azospirillum brasilense*+Folhito+Remineralizadores); Az.+Folh.+Rem.+Biofert. (*Azospirillum brasilense*

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do *Azospirillum brasilense* em combinação com os demais adubos orgânicos utilizados resultou em maior produção de massa verde e seca total, quando comparada à utilização do *Azospirillum* na forma isolada e a testemunha. Neste mesmo sentido, resultou também em maior concentração de N na parte aérea e em maior produção de grãos. No que tange à formação de uma cobertura verde com teores adequados de nitrogênio, é possível afirmar que a utilização de *Azospirillum brasilense* de forma combinada ou isolada com os demais adubos orgânicos demonstrou ser bastante eficiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*pennisetum purpureum schum. cv. napier*). **Ciênc. agrotec.**, Lavras. Edição Especial, p.1643-1651, dez., 2003.

ALTIERI, M. Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª Edição. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2012.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2001.

ANDRES, G. J. **Avaliação do Rendimento de Cultivares De Azevém**. 2006, 26 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Cerro Largo, RS, 2016.

ARTUR et al. Esterco bovino e calagem para a formação de mudas de guanandi. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, jun. 2007.

AZEVEDO JUNIOR, R.L. **Produtividade e composição química de forragem de amendoim forrageiro e trevo vermelho consorciadas com gramíneas**. 2011. 90f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

BALBINOT JR. A. A.; BIALESKI, M.; BACKES, R. L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta daninha**. vol. 25 no.3 Viçosa. 2007.

BARBOSA, C. M. P; CARVALHO, P.C.F; CARDURO, G. F; LUNARDI, R; KUNRATH, T. R; GIANKUPPI, G. D. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.1953-1960, 2007.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO, J. D.; EUCLIDES, V. P. B. DA SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; JÚNIOR, R. A. A. T. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade de frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.3, p. 329-340, mar. 2007.

BENEVIDES, Y. I.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; BORGES, I.; SILVA, A. G. M.; SILVA, R.G. Composição e degradabilidade da dieta de ovinos em capim tanzânia com três períodos de descanso. **Arch. Zootec.** 56: 215-226. 2007.

BIRCHAM, J.S., HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, p.323-331, 1983.

BISSANI, C. A., GIANELO, C., CAMARGO, F. A. O., TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. Ed. Porto Alegre: Editora Metrópole, 344p. 2008.

BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (eds.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, p. 63-77. 2009.

BRASIL. Lei no 12890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado a agricultura. **Lei de Remineralizadores**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm). Acesso em: 29 ago. 2019.

BULISANI, E. A. Adubação verde nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p.57-195.

BURIOL, G. A.; MANARA N. F. T.; MANARA, W. Temperatura base dos subperíodos emergência-floração e floração maturação de quatro linhagens de lentilha (*Lens culinaris medic*). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.8, n.2, p.175-184, 1978.

CAIELLI, E.L., BONILHA NETO, L.M., LOURENÇO, A.J. Avaliação agronômica e qualitativa de pastos de capim-elefante Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) fertilizados com nitrogênio ou consorciados com leguminosas tropicais para produção de carne. **Boletim de Indústria Animal**, v.48, n.1, p. 63-76, 1991.

CALEGARI, A. et al Adubação verde no sul do Brasil. 2ª Edição. Rio de Janeiro. AS-PTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; GONÇALVES, E. N.; MORAES, A.; NABINGER, C. **FORAGEIRAS DE CLIMA TEMPERADO**. Grupo de pesquisa ecologia do pastejo, cap 16. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2010.

CARVALHO, P. C. F.; ROCHA, L. M.; BAGGIO, C.; MACARI, S.; KUNRATH, T. R.; MORAES, A. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **R. Bras. Zootec.** V. 39,n.9, p.1865-1865, 2010.

CHERNEY, D.J.R.; MERTENS, D.R.; MOOR, J.E. Intake and digestibility by wethers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.4345-4351, 1990.

COSTA, N.L. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. *Cameroon*) com leguminosas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n. 3, p.401-408, 1995.

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. de A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada influenciado pela aplicação de cama de frango. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, p. 1991-1998, 2009.

CUNHA, R.P. Manejo da desfolha na ecofisiologia da produção de forragem e sementes de azevém anual. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.



DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. **Circular Técnico**. IAPAr, 2 ed. p.80, Londrina, 1992.

DIFANTE, G. S. **Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras**. Viçosa: UFV, 30p. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Árvore do Conhecimento Cana-de-Açúcar**. Adubação orgânica. 2018. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_37\\_711200516717.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html)>. Acesso em 14 de nov de 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Azevém BRS Ponteio**. Programa de melhoramento Genético do Azevém. 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44108/1/azevem02.pdf>>. Acesso em 17 de jul de 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Forrageiras - espécies para a Região Sul do Brasil**. 2018. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/clima-temperado/forrageiras>> . Acesso em:08 e ago de 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Integração Lavoura Pecuária**. Soluções Tecnológicas. 2006. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1055/sistema-integracao-lavoura-pecuaria>>. Acesso em: 08 de ago de 2018.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. Práticas agroecológicas, caldas e biofertilizantes. Pelotas, 2006a. 22p. (cartilha)

ERHART, J. 2009. **Efeito do pó de basalto nas propriedades químicas do Solo e nutrição da videira Cabernet sauvignon**. Lages SC. (Dissertação Mestrado) - Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC 71p.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia. 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42), 1997.

FEROLLA, F. S.; VÁSQUEZ, H. M.; COELHO DA SILVA, J. F. VIANA, A. P.; DOMINGUES, F. N.; LISTA.F. N. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticale sob corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.197-204, 2008.

FEROLLA, F. S.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; VIANA, A. P.; DOMINGUES, FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **R. Bras. Fisiologia Vegetal** 12 (Edição Especial):175-204, 2000.

FINATTO, J. et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 5, n. 4 - CETEC/UNIVATES, 2013.

FONTANELI, R. S. et al, **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira.** - 2. ed. p. 544. Embrapa. Brasília, 2012.

FREITAS, F. A.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F. Análise multivariada de populações de azevém (*Lolium multiflorum* L.) em diferentes regimes de água. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.1, p.17-23, 2003.

GASTAL, F.; NELSON, C. J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v.105, p.191-197, 1994.

GLIESSMAN, S.R. Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável. 1ª Edição. Tradução de GUAZELLI, M.J. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2000.

GOMIDE, A. M. G.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SBZ, 2006. CD-ROM.

GONÇALVES, G. K.; POZZEBON, N. L.; AGUER, J. L. T.; CALEFFI, H. V.; SARTURI, J. E.C.; MENDES, F. B.; GUEDES, K. S.; MENEZES, L. M.; KATAYAMA, R. S. Produtividade e qualidade nutricional da cultivar de azevém brs ponteio submetido a diferentes tipos de adubação. **Rev. Cient. Rural - Urcamp, Bagé – RS**, vol. 19, n.1, 2017.

GONÇALVES, J.O.N. Nitrogênio e produção de matéria seca do azevém. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** , Brasília, 14(Nº1):47'51, 1979.

HIRATA, M. et al., Development of simple sequence repeat (SSR) markers and construction of a SSR – based linkage map in Italian ryegrass ( *Lolium multiflorum* Lam). **Theoretical and Applied Genetics.** 2006.

HOFF, R. et al, Caracterização de pó de rocha como remineralizador e corretor de solos para viticultura sustentável na fronteira oeste,RS, Brasil. SEPARATAS EMBRAPA, 2016

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice.** London:Longman Scientific & Technical, 203p.1990.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: Inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Agronômica CERES, 492p. 1985.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamics aspects of forage plant populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Paulo: ESALQ, 2001. p.29-37.

LEMAIRE, G. The physiological of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 1997. p.117-144.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** London: CAB International, 2000. p.265-288.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Oxon: CABI, 1996. p. 03-36.

LOPES, V.; NOGUEIRA, A.; FERNANDES, A. AL. Cultura De Azevém Anual. Edição on-line (2006) **Div. Doc. Inf. e Relações Públicas**. (2006). Disponível em: <[http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/FICHAS\\_DRAEDM/Ficha\\_tecnica\\_053\\_2006.pdf](http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_053_2006.pdf)>. Acesso em 18 de jul de 2018.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1939-1943, 1998.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 727p.1974.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilizantes do solo**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 528 p.1976.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora - Agronômica Ceres Ltda., 638 p. 2006.

MARTINAZZO, R. Desenvolvimento de produto: Experiências da Embrapa Clima Temperado. Anais 3º congresso brasileiro de rochagem, 2016.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p.127-150.

MAZZA, L. de M. **Estado nutricional, acúmulo de matéria seca e desenvolvimento radicular do azevém submetido a doses de fósforo**. 2010, 40f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná - Pós – Graduação em Ciência do Solo. Curitiba, 2010.

MEDEIROS, F. S.; PATIÑO, H. O.; CANO, M. A.; ROCHA, D. C.; GONZALEZ, F. Desempenho e características de carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta e azevém anual com diferentes níveis de suplementação energética. **Ciênc. Rural**. 2010. P.141-148.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém anual em resposta a dose de nitrogênio e regime de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 145-154, 2001.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 200-206, 2002.

METZNER, C.M.; BERTOLINI, G.; LEISSMAN, E.; SCHMIDT, A. Análise de estudos sobre a viabilidade técnica e econômica do uso da cama de aviários como adubo orgânico. *Custos e Agronegócios on line*. v. 11, n. 3 – Jul/Set - 2015.

MEURER, E. J. **Fundamentos da química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 5ªed. 280p. 2012.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 3.ed. 285p. 2006.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.64-123.

MORAES, Y.J.B. **FORAGEIRAS: conceitos, formação e manejo**. Guaíba, p.215, 1995.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Editora UFLA, 2002.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do Solo**. Pelotas: Ed. Universitária PREC-UFPel, 145p. 2009.

NABINGER, C., FERREIRA, E.T., FREITAS, A.K., CARVALHO, P.C.F. & SANT'ANNA, D.M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. (eds.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 175-19.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 22p. (CD-ROM).

NAGAOKA, A. K. & NOMURA, R. H. C. **Consumo no plantio**. 2003. Disponível em:<[https://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/m18\\_consumo.pdf](https://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/m18_consumo.pdf)>. Acesso em 17 de jul de 2018.

NOVAIS, R. F; SMYTH, T. J. Fósforo em Solo e Planta em Condições Tropicais. **INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS Nº 87**. Viçosa, 1999. Disponível em: <http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA>>. Acesso em 3 de ago de 2018.

OAKES, A.J. Effect of nitrogen fertilization and plant spacing on yield and composition of Napier grass in the dry tropics. **Tropical Agriculture**, v.44, n.1, p.77-82, 1967.

OLIVEIRA, F. L. 2001. Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. capitata): adubação orgânica, adubação verde e consorciação. Rio de Janeiro: UFRRJ. 87p. (Tese mestrado).

OLIVEIRA, L. V. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de azevém. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 44, n. 2, p. 191-197, abr./jun. 2014.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; LUSTOSA, S.B.C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PENTEADO, S.R. **Manual Prático de Agricultura Orgânica. Campinas (SP):**. Via Orgânica, 1. Ed. 213p. 2007.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002.

PRIMAVESI, A. Agricultura sustentável. São Paulo: Nobel, 1992.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba, IPNI, 420p. 2011.

RODRIGUES, L.R.A. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p.203-230.

ROMAN, J. et al. Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.780-788, 2007.

ROSA, B.; FREITAS, K. R.; PINHEIRO, E. P. Utilização de resíduos orgânicos de origem animal na produção de forragens. SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE LEITE E DE CORTE. 8, **Anais...**, CBNA2005. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. p. 147-188, 2005.

ROSO, C. et al. Produção e Qualidade de Forragem da Mistura de Gramíneas Anuais de Estação Fria sob Pastejo Contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.3, p.459-467, 1999.

ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. II. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.85-93, 2000.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A. B. et al. Aveia-preta, triticale e centeio em mistura com azevém. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.75-84, 2000.

SANTIAGO, A. D. e ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01\\_37\\_711200516717.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html)>. Acesso em: 18 ago. 2018.

SILVA JÚNIOR, L. C.; SILVA, W. J.; BISINOTTO, F. F. **Efeito da radiação fotossinteticamente ativa no crescimento e desenvolvimento de gramíneas forrageiras**. EPAMIG, Belo Horizonte, 4p, 2006.

SILVA, B.M.; CARVALHO AF. 2000. Novo Supermagro: o biofertilizante. Viçosa: TA/ZM. 16p.

SIMONETE, M. A.; VAHL, L. C.; FABRES, R. T.; COUTO, J. R. R.; LUNARDI, R. Efeito Residual da Adubação Potássica do Azevém Sobre o Arroz Subseqüente em Plantio Direto. **R. Bras. Ci. Solo**, p. 721-727, 2002.

SOARES, M. **Azevém**. 2014. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgmZ4AH/azevem-trabalho-escrito>>. Acesso em 17 de jul de 2018.

SOUZA, I. F. **Alelopatia de plantas daninhas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, 1988.

SUERTEGARAY, D. M. A. Erosão nos campos sulinos: Arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 61 – 74, 2011.

SUERTEGARAY, D. M. A e VERDUM, R. Desertification in the tropics. In: UNESCO. (Org.). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Paris: UNESCO Publishing, v.1, p. 1-17., 2008

TONETTO, C. J.; MÜLLER, L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; BANDEIRA, A. H.; KATIULE MORAIS, K. P.; LEAL, L. T.; MILTTEMANN, A.; NETO, D. D. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **ZOOTECNIA TROPICAL**. p. 169-178. 2011. Disponível em: <<http://www.bioline.org.br/pdf?zt11014>>. Acesso em 17 de jul de 2018.

TORRES, J. E. H. A pecuária familiar uma realidade pouco conhecida: estudo de caso sobre a caracterização e análise sócio-econômica da pecuária familiar no município de Sant´ana do Livramento/RS. UFRGS programa de pós-graduação em desenvolvimento rural – PGDR. Porto Alegre, RS, 2001.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Constock Publishing Associates, 476p. 1994.

VAN STRAATEN, P. (2010). **Rochas e Minerais como Fertilizantes Alternativos na Agricultura: Uma Experiência Internacional**. In: Agrominerais para o Brasil; Francisco Fernandes, Adão B. Luz e Zuleica C. Castilhos (Editores), CETEM/MCT, 2010.

VARLET-GRANCHER, C.; GOSSE, G.; CHARTIER, M.; SINOQUET, H.; BONHOMME, R.; ALLIRAND, J. M.. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, v.9, p.419-439, 1989.

VIDAL, R. A. e BAUMAN, T. T. Destino de aleloquímicos no solo. **Cienc. Rural.**, vol.27, n.2, pp.351-357, 1997.

WEISS, A.C.; TERNUS, R.M.; CAVALCANTE, J.A.; PHILLIPI, E.; FOLQUINI, P.S. Desempenho de cultivares de azevém anual submetida a diferentes épocas de corte. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO. 2018. **Anais...** SC, 2018. p. 1-3.

WUTKE, E. B.; AMBROSANO, E. J.; RAZERA, L. F.; MEDINA, P.F.; CARVALHO, L. H.; KIKUTI, H. Bancos comunitários de sementes de adubos verdes. **Informações técnicas**, Mapa, 2007. Disponível em:<

[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-publicacoes-organicos/cartilha\\_adubos\\_verdes\\_informacoes\\_tecnicas.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-publicacoes-organicos/cartilha_adubos_verdes_informacoes_tecnicas.pdf)>. Acesso em 05 de ago de 2018.