

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINA MARINS DE ANDRADE

ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AVEIA BRANCA EM
PASTAGENS PURAS E CONSORCIADAS EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.

CURITIBA - PR

2024

ANA CAROLINA MARINS DE ANDRADE

ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AVEIA BRANCA EM
PASTAGENS PURAS E CONSORCIADAS EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Bittencourt de Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Arthur Arrobas Martins Barroso

CURITIBA - PR

2024

TERMO DE APROVAÇÃO

ANA CAROLINA MARINS DE ANDRADE

ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE AVEIA BRANCA EM
PASTAGENS PURAS E CONSORCIADAS EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo, pelo Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, no Curso de Graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:

Leandro B. de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Leandro Bittencourt de Oliveira
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Ana Paula Corteze

MSc. Ana Paula Corteze
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Marco Antonio Mayer

MSc. Marco Antonio Mayer
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Curitiba, 12 de dezembro de 2024.

Dedico este trabalho ao meu pai, Milton Francisco de Andrade (in memoriam), que não pôde em vida presenciar sua finalização, mas que eternamente me acompanha do outro lado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado até aqui, concedendo-me saúde e paz para vencer mais uma batalha.

À Santa Terezinha do Menino Jesus, que, ao enviar-me uma rosa, confirmou meu pedido e me abençoou durante toda a caminhada.

Aos meus pais, Milton Francisco de Andrade e Cleuza Aparecida Marins de Andrade, que debaixo de muito sol, me fizeram chegar aqui pela sombra e com água fresca.

À minha irmã, Julia, que em breve trilhará caminhos semelhantes aos meus, enchendo-me sempre de orgulho.

Ao meu namorado, Enio Matheus, por estar ao meu lado em todos os momentos, me incentivando e apoiando em tudo o que faço.

Aos meus avós, João, Maria, Valdir e Catarina, que, lá de cima, me guiam por um caminho seguro e iluminado.

A toda a minha família, tios, tias, primos e primas, em especial a Fernanda Andrade, pelo amor incondicional.

Aos meus sogros, Enio João e Ângela, aos meus cunhados, Pedro e Maria Luiza, e à minha avó de coração, Odete Guarienti, pelo carinho e acolhimento.

Aos meus amigos de longa data e àqueles que a Agronomia me presenteou.

Ao meu orientador, Leandro Bittencourt de Oliveira, que, mesmo com sua intensa vida acadêmica, aceitou orientar-me desde o início, indicando sempre as direções corretas.

Ao meu coorientador, Arthur Arrobas Martins Barroso, pelos ensinamentos e pela amizade construída ao longo dessa trajetória.

Aos colegas da Rede de Pesquisa em Matologia, por toda a ajuda durante as avaliações.

À minha banca avaliadora, Ana Paula Corteze e Marco Antonio Mayer, pelos ensinamentos e pela contribuição essencial para a realização deste trabalho.

A todos os colaboradores da Universidade Federal do Paraná, que, de alguma forma, participaram da minha formação acadêmica.

"Nossa Senhora Aparecida doma as rédeas da minha vida. Obrigado por engordar o gado, abençoar o agro e cuidar da plantação. Cubra com o seu manto sagrado o nosso trabalho e ouça a minha oração."

(Gabriel Pascoal)

RESUMO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) desempenha um papel fundamental nos sistemas integrados de produção agropecuária, sendo uma ótima opção nos cultivos consorciados, cobrindo rapidamente o solo e suprimindo o desenvolvimento de plantas indesejáveis. No entanto, os rendimentos nesses sistemas são frequentemente inferiores ao seu potencial produtivo devido ao manejo inadequado. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o estabelecimento e desenvolvimento inicial de aveia branca em pastagens puras e consorciadas em sistemas integrados de produção agropecuária. Adicionalmente, foi analisada a presença de espécies de plantas daninhas em ambos os sistemas, com o intuito de avaliar o efeito do mix de cobertura sobre as mesmas. O experimento foi conduzido a campo na Fazenda experimental Canguiri, localizada no município de Pinhais-PR. Os tratamentos foram constituídos por dois sistemas de cultivo, sendo eles aveia branca em monocultivo (T1) e aveia branca em consórcio com mix de cobertura (T2), utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições, totalizando 6 unidades experimentais (UE). Em ambos os tratamentos foram utilizadas sementes de aveia branca IPR Esmeralda. O sistema de cultivo em consórcio foi composto por um mix de cobertura contendo aveia branca IPR Esmeralda, nabo-forrageiro IPR 116 (*Raphanus sativus*), nabo-pivotante japonês Minowase (*Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis* Makino) e ervilha forrageira IPR 83 (*Pisum sativum* subsp. *arvense*). O desenvolvimento inicial da aveia branca, em monocultivo e em consórcio, foi avaliado por meio da contagem e medição da altura das plantas de aveia, além da contagem da geração de perfilhos por planta, desde a emergência até a entrada dos animais para pastejo. Ao final do experimento foram aferidos o comprimento de folha e colmo por perfilho e acúmulo de massa seca (MS) de aveia em kg ha⁻¹. O desenvolvimento da altura da aveia branca diferiu estatisticamente aos 41 dias após a semeadura (DAS), quando apresentou maior taxa de crescimento no sistema em consórcio. O número de perfilhos gerados por planta na primeira geração (G1) foi similar entre os tratamentos, para as gerações subsequentes (G2 e G3), o número de perfilhos foi maior no monocultivo na segunda e terceira gerações em comparação ao consórcio. A produção de massa seca (MS) de aveia foi 55,4% maior no monocultivo em comparação ao consórcio com o mix de cobertura. Para o comprimento de folha (F), e colmo (C) e a relação folha/colmo (F:C) da aveia não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das gerações analisadas. Foram identificadas oito espécies de plantas daninhas pertencentes a gêneros diferentes. Todas as espécies encontradas no tratamento com aveia em monocultivo também foram observadas no consórcio. O estabelecimento e o desenvolvimento inicial da aveia branca em pastagens consorciadas em sistemas integrados de produção agropecuária foram afetados negativamente, embora o consórcio com o mix de cobertura tenha proporcionado maior crescimento em altura, esse sistema apresentou menor produção de perfilhos e massa seca total, resultando em um desempenho inferior ao das pastagens puras. O uso do mix de cobertura não impactou na dinâmica das espécies de plantas daninhas presentes na área.

Palavras-chave: *Avena sativa* L., forrageiras hibernais, integração lavoura-pecuária, plantas de cobertura, plantas daninhas.

ABSTRACT

White oat (*Avena sativa* L.) plays a fundamental role in integrated crop-livestock production systems, being an excellent option for intercropping due to its ability to rapidly cover the soil and suppress the growth of undesirable plants. However, yields in these systems are often below their productive potential due to inadequate management. This study aimed to evaluate the establishment and initial development of white oat in pure and intercropped pastures within integrated crop-livestock production systems. Additionally, the presence of weed species was analyzed in both systems to assess the effect of the cover crop mix on them. The field experiment was conducted at the Canguiri Experimental Farm, located in the municipality of Pinhais-PR. The treatments consisted of two cropping systems: white oat in monoculture (T1) and white oat intercropped with a cover crop mix (T2), using a randomized block design with three replicates, totaling six experimental units (EU). In both treatments, white oat seeds of the IPR Esmeralda cultivar were used. The intercropping system included a cover crop mix containing IPR Esmeralda white oat, IPR 116 forage radish (*Raphanus sativus*), Minowase Japanese radish (*Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis* Makino), and IPR 83 forage pea (*Pisum sativum* subsp. *arvense*). The initial development of white oat, in monoculture and intercropping, was evaluated by counting and measuring the height of oat plants, as well as counting tiller production per plant, from emergence to grazing entry. At the end of the experiment, leaf and stem length per tiller and dry matter (DM) accumulation of oat in kg ha⁻¹ were measured. White oat height development showed statistical differences at 41 days after sowing (DAS), with a higher growth rate in the intercropping system. The number of tillers produced per plant in the first generation (G1) was similar between treatments; however, for subsequent generations (G2 and G3), the number of tillers was higher in the monoculture in the second and third generations compared to the intercropping. White oat dry matter production was 55,4% higher in the monoculture compared to the intercropping with the cover crop mix. For leaf length (L), stem length (S), and the leaf-to-stem ratio (L:S) of white oat, no significant differences were observed between treatments in any of the analyzed generations. Eight weed species belonging to different genera were identified. All species found in the white oat monoculture treatment were also observed in the intercropping. The establishment and initial development of white oat in intercropped pastures under integrated crop-livestock production systems were negatively affected. Although the intercropping with the cover crop mix promoted greater height growth, this system showed lower tiller production and total dry matter yield, resulting in lower performance compared to pure pastures. The use of the cover crop mix did not impact the dynamics of weed species present in the area.

Keywords: *Avena sativa* L., winter forages, crop-livestock integration, cover crops, weeds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem aérea da área experimental situada na Fazenda Canguiri – Pinhais PR, pertencente à Universidade Federal do Paraná.....	32
Figura 2 - Precipitação (mm) e comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas (°C) durante o período experimental, obtidos na estação meteorológica SIMEPAR - Pinhais, PR.	32
Figura 3 - Disposição dos blocos e subamostras na área experimental.	34
Figura 4 - Mapa da área experimental dividida em tratamentos e blocos casualizados.....	34
Figura 5 - Comportamento da altura da aveia, em centímetros (cm), ao longo do ciclo de cultivo	38
Figura 6 - Perfilhamento das plantas de aveia sob os respectivos tratamentos.	40
Figura 7 - Produção de massa seca de aveia ao final do período do experimento (41 DAS) em quilogramas por hectare (Kg ha ⁻¹).	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comprimento (cm) de folha (F) e colmo (C) e relação entre a folha e o colmo (F:C) da aveia	42
Tabela 2 - Plantas daninhas identificadas na área durante o período do experimento.	46

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

DAS – Dias após a semeadura

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MS – Massa seca

SIPA – Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

UE – Unidade Experimental.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos	19
1.3 HIPÓTESE	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 A CULTURA DA AVEIA	20
2.1.1 Estabelecimento e perfilhamento da aveia	22
2.2 CONSÓRCIO DE FORRAGEIRAS.....	23
2.2.1 Ervilha-forrageira (<i>Pisum sativum subsp. arvense</i>).....	24
2.2.2 Nabo-forrageiro (<i>Raphanus sativus</i>)	25
2.3 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	26
2.3.1 Consórcio de forrageiras em SIPA.....	28
2.3.2 Plantas daninhas em SIPA	28
2.4 PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS CONSORCIDAS	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	31
3.2 TRATAMENTOS, INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	32
3.3 PARÂMETROS AVALIADOS	35
3.3.1 Estabelecimento e desenvolvimento inicial da aveia branca	35
3.3.2 Identificação e presença de plantas daninhas	36
3.3.3 Análises estatísticas	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 DESENVOLVIMENTO DA ALTURA DA AVEIA BRANCA.....	38
4.2 GERAÇÃO DE PERFILHOS.....	40
4.3 COMPRIMENTO DE FOLHA E COLMO E RELAÇÃO FOLHA:COLMO	42
4.4 PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE AVEIA.....	43
4.5 IDENTIFICAÇÃO E PRESENÇA DE PLANTAS DANINHAS.....	45
5 CONCLUSÃO	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor agrícola, com áreas significativas dedicadas ao cultivo de grãos, pastagens e agropecuária, gerando cerca de R\$ 1,17 trilhões (IBGE/LSPA; CONAB, 2024). A agropecuária, que representa 27,4% do PIB nacional (MAPA, 2021), enfrenta desafios como a falta de opções econômicas viáveis e a escassez de alimentos para ruminantes no inverno. Para enfrentar esses desafios, práticas como rotação de cultivos, pastagens e o uso de consórcios com mix de forrageiras têm sido adotadas, visando maior eficiência e sustentabilidade. Contudo, a eficácia dessas práticas no estabelecimento e desenvolvimento da aveia branca ainda não é totalmente compreendida, especialmente em relação à produção de forragem e produção animal (Quintarelli, 2022).

Entre as culturas de inverno, o azevém e a aveia se destacam como importantes espécies forrageiras, conforme Moraes *et al.*, (1995). No Sul do Brasil, a aveia ocupa uma área de cultivo maior que o azevém, sendo amplamente utilizada em sistemas de integração lavoura-pecuária devido ao seu ciclo mais curto e versatilidade (Assmann *et al.*, 2004). Nesse contexto, as diferentes espécies de aveia (*Avena*) destacam-se no cultivo de outono/inverno e também durante a safrinha por sua capacidade de cobrir rapidamente o solo, tolerar estresse hídrico e suprimir o crescimento de plantas indesejáveis (EMBRAPA, 2000).

A aveia desempenha um papel fundamental nos sistemas integrados de produção agropecuária ao fornecer forragem de alta qualidade durante o inverno. Ela pode ser utilizada tanto para pastejo direto quanto para serem cortadas como forragem verde, feno ou silagem (EMBRAPA, 2000). A aveia destinada ao pastejo é uma das opções mais econômicas, práticas e comuns na produção animal (Aliança *et al.*, 2021). Embora não existam dados estatísticos específicos sobre a área de cultivo de aveia para forragem e cobertura do solo, estima-se que seja aproximadamente 5 milhões de hectares (Pacheco *et al.*, 2021).

As gramíneas de inverno se destacam por apresentarem ciclos metabólicos e padrões de crescimento diferentes das gramíneas de verão, com maior qualidade bromatológica, ligada a melhor digestibilidade e palatabilidade, além de, geralmente, possuírem maiores teores de proteína bruta. A nutrição animal, portanto, é uma das ferramentas mais importantes para otimizar os custos, e a produção de forragens de alta qualidade é a forma mais rentável de suprir essa demanda (Aliança *et al.*, 2021).

Para que haja uma produção de forragem eficiente, o estabelecimento adequado das espécies forrageiras é fundamental, como apontado por Lustosa et al. (2011). Entre os fatores que influenciam esse processo, o perfilhamento destaca-se como uma das características mais importantes para determinar tanto o estabelecimento quanto a produtividade das gramíneas (Corsi e Nascimento Júnior, 1994). Segundo Hodgson (1990), o perfilho é definido como a unidade modular de crescimento das gramíneas, cuja capacidade de formação está diretamente relacionada ao sucesso produtivo das forrageiras.

Esse processo de estabelecimento das forrageiras torna-se ainda mais relevante quando inserido nos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), que visam promover a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro de uma propriedade rural de maneira harmoniosa, formando um único sistema que traz benefícios mútuos. Essa abordagem permite que o solo seja utilizado economicamente ao longo do ano inteiro, aumentando a produção de grãos, carne e leite a um custo reduzido, devido ao efeito sinérgico criado entre a agricultura e a pecuária (Alvarenga e Noce, 2005). A diminuição no uso de produtos agroquímicos devido à interrupção dos ciclos de pragas, doenças e plantas invasoras é outro benefício ambiental potencial dos sistemas mistos (Vilela *et al.*, 2008).

A prática de consorciação, popularmente conhecida como 'mix', envolve a semeadura de mais de uma espécie forrageira na mesma área. Essa abordagem permite o aumento do acúmulo de biomassa em comparação com o cultivo de uma única espécie, além de enriquecer a vida biológica do solo e protegê-lo contra a erosão. Como uma técnica agrícola de conservação, essa prática busca um melhor aproveitamento do solo a longo prazo. Isso é conseguido ao utilizar múltiplas espécies de culturas na mesma área e no mesmo período, resultando em uma maior quantidade de raízes e cobertura vegetal (Peixoto *et al.*, 2001; Chioderoli *et al.*, 2012).

A consorciação entre espécies também oferece a possibilidade de renda adicional através da produção animal, além de vantagens como melhor estrutura e fertilidade do solo, controle de plantas invasoras, interrupção de ciclos de doenças e pragas, além do aumento na disponibilidade de alimentos nutritivos para os rebanhos durante o período de pastejo (McKenzie *et al.*, 1999). Porém, de acordo com Assmann *et al.*, (2004), os rendimentos nesses sistemas são frequentemente inferiores ao seu

potencial produtivo devido ao manejo inadequado e à ausência de adubação, principalmente de nitrogênio.

Além disso, para que uma mistura seja eficaz, é essencial que uma espécie não interfira negativamente no crescimento da outra, seja através da competição por luz ou pela absorção de nutrientes. Dessa forma, a produtividade das espécies pode ser otimizada dentro do consórcio (Roso *et al.*, 2000). Estudos sobre a associação de plantas de cobertura ainda são escassos no Brasil e, em geral, limitam-se ao consórcio entre aveia-preta e ervilhaca comum (Basso, 1999; Heinrichs *et al.*, 2001). Isso evidencia a necessidade de explorar novas espécies para consorciação, de forma a determinar as proporções ideais de cada espécie no sistema. Com isso, é possível maximizar a produção de fitomassa e melhorar a adição de carbono e nutrientes ao solo, promovendo maior eficiência e sustentabilidade no manejo agrícola (Giacomini *et al.*, 2003).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A agricultura moderna sugere o uso de mix de plantas de cobertura para controlar pragas e plantas daninhas, porém sua eficácia frente ao estabelecimento e desenvolvimento da aveia branca em sistemas integrados de produção agropecuária ainda não é compreendida devido à falta de informações sobre sua influência na produção de forragem e na produção animal.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Dada a importância da aveia branca em sistemas integrados e a relevância da consorciação com outras espécies forrageiras para a sustentabilidade e a produção de forragem, este trabalho tem como objetivo avaliar o estabelecimento e o desenvolvimento inicial da aveia branca em pastagens puras e consorciadas em sistemas integrados de produção agropecuária. Adicionalmente, foi analisada a presença de espécies de plantas daninhas em ambos os sistemas, com o intuito de avaliar o efeito do mix de cobertura sobre as mesmas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desenvolvimento da altura da aveia branca;
- Avaliar a geração de perfilhos por planta de aveia;
- Avaliar a produção de massa seca de aveia;
- Avaliar o comprimento de folha e colmo e a relação folha:colmo de aveia;
- Realizar a identificação e presença de plantas daninhas.

1.3 HIPÓTESE

A hipótese deste estudo é que o desenvolvimento inicial da aveia branca em pastagens consorciadas seja equivalente ou superior ao seu desenvolvimento em pastagens puras. Em contrapartida, considera-se a possibilidade de que o consórcio possa interferir no desenvolvimento inicial da aveia branca, resultando em um desempenho inferior ao das pastagens puras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA AVEIA

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma planta pertencente à divisão *Magnoliophyta*, classe *Liliopsida*, subclasse *Commelinidae*, ordem *Cyperales*, família *Poaceae* (ou *Graminaceae*) e tribo *Avena* (Cronquist, 1988). Trata-se de uma cultura anual de inverno originária da Ásia (Mundstock, 1983). De acordo com Coffman (1961), inicialmente, a aveia branca persistiu como planta invasora nas lavouras de trigo (*Triticum spp.*) e cevada (*Hordeum spp.*), que eram as culturas mais importantes naquele período. Segundo o mesmo autor, a aveia branca foi introduzida na Europa junto com as sementes de trigo e cevada.

Ao chegar à Europa, a aveia encontrou condições climáticas e de solo favoráveis à sua disseminação, desde então trabalhos de melhoramento genético contribuíram para o desenvolvimento dos tipos de aveia que conhecemos atualmente. No Brasil a época de introdução da aveia não é conhecida, há relatos de que foram os espanhóis que trouxeram para a América, provavelmente a *Avena byzantina* e posteriormente, a *Avena sativa* e a *Avena strigosa*, introduzidas no Cone Sul do continente (Mundstock, 1983).

O cereal apresenta sistema radicular fibroso e fasciculado, composto por raízes seminais e adventícias. Seus colmos são cilíndricos e eretos, formados por uma série de nós e entrenós. Os nós são sólidos, enquanto os entrenós são preenchidos quando verdes e se tornam ocos na maturidade. A inflorescência é uma panícula piramidal, terminal e aberta, com espiguetas que contêm de um a três grãos (Bonnett, 1961). Apresentam de 4 a 5 perfilhos em condições favoráveis (Floss, 1988). O ciclo pode variar de 120 a 200 dias, de acordo com a espécie e a época de semeadura (Baier, Floss, Aude, 1988). A temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura da aveia situa-se entre 20°C e 25°C. Para a germinação, a temperatura varia de 4°C a 31°C. Valores fora dessa faixa podem resultar na redução do estande de plantas (Penning de Vries et al., 1989).

A cultura da aveia branca tem grande importância econômica e social. Economicamente, é uma cultura versátil e de duplo propósito, usada tanto para pastejo quanto para produção de grãos, seu alto valor nutricional é aproveitado na alimentação humana e animal. A demanda crescente por alimentos saudáveis

impulsiona seu consumo, criando oportunidades para agricultores e indústrias alimentícias. Além disso, a aveia contribui para a sustentabilidade agrícola e a conservação do solo por meio da rotação de culturas e adubação verde (Mori, Fontaneli e Santos 2012).

Socialmente, a aveia branca oferece benefícios à saúde devido ao seu alto teor de fibras, vitaminas e minerais, ajudando na prevenção de doenças crônicas e melhorando a qualidade de vida. Em áreas rurais, a produção de aveia pode gerar empregos e fortalecer economias locais. Estudos, como o realizado por Mori, Fontaneli e Santos (2012), destacam o uso predominante da aveia branca na alimentação animal e suas diversas aplicações na agricultura, reforçando sua importância socioeconômica.

A produção mundial de aveia segue crescendo, nos últimos dez anos 10 anos houve um aumento de aproximadamente 25%, passando de 2,1 milhões de toneladas em 2012 para 2,6 milhões de toneladas em 2022, cultivadas em uma área total de 9.508.645 milhões de hectares (FAOSTAT, 2023). O Canadá lidera como o maior produtor mundial, com 5,2 milhões de toneladas, seguido pela Rússia, com 4,5 milhões de toneladas, e a Austrália, com 1,7 milhões de toneladas. O Brasil se posiciona em quinto lugar, com uma produção de 1,6 milhões de toneladas (FAO, 2023). No cenário brasileiro, conforme dados da Conab em 2023, a produção nacional de aveia atingiu 984 mil toneladas, sendo maior produtor o estado do Rio grande do Sul com 667,9 mil toneladas, seguido pelo Paraná (241 mil t) e Mato Grosso do Sul (75,2 mil t) (CONAB, 2024).

No Brasil, a cultura da aveia branca é amplamente usada na produção de palhada em sistemas de plantio direto e pastejo direto, assim como na fabricação de feno, silagem e grãos, sendo também um componente essencial em rações (Welch, 2011). Além disso, sua versatilidade se estende desde a produção de grãos para consumo humano até o uso como matéria-prima na indústria cosmética e química. Seu emprego também possibilita a cobertura do solo e a adubação verde, preparando o solo para a implantação de culturas de verão em sequência (Mori, Fontaneli e Santos 2012). Outros benefícios da aveia incluem a redução da incidência de plantas daninhas e menor ocorrência de pragas e doenças nos campos de cultivo (Federizzi et al., 2014). A aveia branca, segundo Fontanelli et al. (1991), pode atingir uma produção de até 7,0 toneladas de matéria seca por hectare. Além disso, é amplamente aceita pelos animais e possui um ciclo ainda mais precoce que o azevém. Esta última

espécie, por sua vez, pode ser consorciada tanto com outras gramíneas quanto com leguminosas, visando aumentar o ciclo de produção de forragem.

Seguindo as práticas conservacionistas adotadas em Sistemas Integrado de produção agropecuária como o não revolvimento do solo, manutenção de cobertura vegetal constante e rotações de culturas (Palm et al., 2014), a aveia branca vem sendo usada por muitos agricultores da região Sul do Brasil, logo após a colheita das culturas de verão (milho e soja) para pastejo dos animais no inverno e após o rebrote colheita dos grãos (Federizzi et al., 2014). Nesse contexto, a aveia branca (*Avena sativa* L.) surge como uma alternativa promissora para integrar as pastagens de inverno, especialmente devido aos avanços no seu melhoramento genético que proporcionam capacidade de produção de matéria seca elevada, bem como seu alto potencial de perfilhamento e rebrote (Floss, 2007).

2.1.1 Estabelecimento e perfilhamento da aveia

O entendimento do processo de formação da produção primária em comunidades de plantas forrageiras é essencial para fundamentar decisões técnico-científicas, permitindo uma exploração eficiente e sustentável desses recursos, maximizando seu potencial econômico (Pedreira, Mello e Otani, 2010). O processo de estabelecimento das espécies forrageiras desempenha um papel fundamental na obtenção de uma produção de forragem eficiente, conforme ressaltado por Lustosa *et al.*, (2011). O desenvolvimento de uma planta inicia com o surgimento da haste primária a partir da semente, que produz folhas em um padrão determinado geneticamente e influenciado pela temperatura ambiente (Nabinger, 1997). Essas folhas se formam a partir de primórdios foliares no domo apical, originando fitômeros, unidades de crescimento das gramíneas compostas por lâmina foliar, bainha, entrenó, nó e gema (Gomide & Gomide, 1999; Wilhelm & McMaster, 1995). As gemas axilares das folhas podem gerar novos perfilhos, semelhantes à haste original, garantindo a restauração da área foliar após a desfolha e promovendo a produtividade e longevidade das pastagens (Gomide, 1997; Gomide & Gomide, 1999).

Segundo Corsi e Nascimento Júnior (1994), o perfilhamento é uma das características mais relevantes para determinar a produtividade das gramíneas. Conforme demonstrado por Nelson e Zarrough (1981), o número e o peso dos perfilhos são fatores determinantes que influenciam diretamente a produção de

ferragem. Além de impactar a produtividade, um bom perfilhamento favorece o estabelecimento e a longevidade das gramíneas, proporcionando maior proteção ao solo contra fatores ambientais, maior resistência a pragas e doenças, além de contribuir para o controle de plantas invasoras por meio do sombreamento (Tokeshi, 1986). Nesse contexto, Fontaneli et al. (2012) destacam que a relação folha:colmo também desempenha um papel crucial, pois não apenas influencia o consumo pelos animais, mas também reflete a facilidade com que uma planta é selecionada e consumida, sendo, portanto, um indicador importante da qualidade da ferragem e de seu desenvolvimento.

2.2 CONSÓRCIO DE FORRAGEIRAS

A consorciação ou mistura de forrageiras, popularmente conhecida como 'mix', é uma prática agrícola que permite a semeadura de múltiplas espécies em uma mesma área. Essa técnica visa aumentar o acúmulo de biomassa na propriedade em comparação ao cultivo solteiro, enriquecer a microbiologia do solo, proteger contra a erosão e gerar renda adicional através da produção animal. Além disso, pode ser considerada uma técnica de conservação agrícola, que busca um melhor aproveitamento do solo a longo prazo, permitindo o cultivo de diversas espécies simultaneamente na mesma área e período (Peixoto *et al.*, 2001).

Nesse contexto, o consórcio de forrageiras anuais de inverno se destaca como uma alternativa, com o objetivo principal de prolongar o período de disponibilidade de ferragem e de pastagem, promovendo uma maior produtividade e valor nutricional. Além disso, busca aumentar o aporte de nitrogênio no sistema, através da introdução de leguminosas (Dalpizol e Fontaneli, 1983).

Embora as gramíneas produzam alta quantidade de matéria seca e gerem resíduos com maior permanência no solo devido à alta relação Carbono/Nitrogênio (C/N), elas frequentemente contribuem para a imobilização microbiana de nitrogênio (N), reduzindo a disponibilidade de nutrientes no solo (Torres *et al.*, 2014). Em contraste, as leguminosas melhoram a fertilidade do solo, mas possuem uma baixa relação C/N, o que faz com que se decomponham rapidamente, podendo deixar o solo descoberto antes do estabelecimento da cultura subsequente (Fonseca, 2017). Portanto, o consórcio combinando gramíneas e leguminosas, oferece vantagens adicionais em comparação ao cultivo de uma única espécie (Ziech et al., 2015).

Para que uma mistura seja eficaz, é crucial que uma espécie não iniba o desenvolvimento da outra, seja em termos de competição por luz ou absorção de nutrientes, garantindo assim que a produtividade de todas as espécies seja maximizada dentro do consórcio (Roso *et al.*, 2000). O consórcio de duas ou mais gramíneas forrageiras de inverno tem o potencial de sincronizar os picos de produção de matéria seca (MS), os quais ocorrem em diferentes épocas conforme o genótipo, resultando no aumento da produção e prolongamento do período de utilização da pastagem (Tavares, 2014).

Ainda o consórcio de plantas de cobertura depende da complementaridade das culturas empregadas no sistema, considerando diversos fatores que podem afetar o crescimento e a produtividade das culturas combinadas. Entre esses fatores, destacam-se a cultivar ou espécie selecionada, a taxa de semeadura e a competição entre as espécies utilizadas (Dhima *et al.*, 2007). Estudos indicam que os maiores rendimentos de grãos de milho foram obtidos com a combinação de aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro, em comparação ao cultivo isolado dessas culturas (Michelon *et al.*, 2019). Fialho (2020) observou um maior rendimento de grãos de soja (3762,54 kg/ha) sobre a palhada de um mix de plantas de cobertura (milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*) em comparação à palhada de milho em monocultivo (3485,92 kg/ha), no município de Montividiu, Goiás.

Dessa forma, estudos sobre o uso de plantas de cobertura, especialmente em consórcio, são fundamentais para identificar as espécies que melhor se complementam e se adaptam bem à região de cultivo. Isso assegura uma maior eficiência dessas plantas na melhoria da qualidade do solo e nas culturas comerciais que serão cultivadas em sucessão (Silva *et al.*, 2021).

2.2.1 Ervilha-forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*)

A ervilha-forrageira (*Pisum sativum* L.), pertencente à família das leguminosas, é uma planta anual de inverno com crescimento indeterminado e característica trepadora. Adaptada ao clima temperado, ela também demonstra bom desempenho em condições subtropicais (Derpsch; Calegari, 1992). Possui certa rusticidade, destacando-se pelo rápido crescimento inicial e pela eficiente capacidade de cobertura do solo. Mesmo com a ocorrência de geadas, a planta consegue se desenvolver, desde que estas sejam esporádicas e não muito prolongadas. O

desenvolvimento vegetativo é otimizado em temperaturas amenas, condição ideal também para o período de maturação. Embora se adapte a solos argilosos, seu sistema radicular apresenta melhor desenvolvimento em solos arenosos ou franco-arenosos, bem drenados e soltos (Santos et al., 2012). De acordo com Schiavon et al. (2018), a espécie *Pisum sativum* abrange variedades utilizadas na agricultura, como *sativum* e *arvense*. A variedade *arvense* é caracterizada por suas flores violetas e sementes coloridas, enquanto a variedade *sativum* possui flores brancas e sementes de cor verde ou creme.

A ervilha-forrageira oferece diversas aplicações, sendo utilizada como adubação verde, melhorando a fertilidade do solo e atuando como fonte de nitrogênio. Também pode ser usada como forragem fresca, para a produção de feno, silagem ou até mesmo na forma de grãos secos e triturados para alimentação animal. O cultivo consorciado com gramíneas, como aveia, centeio e cevada, auxilia no equilíbrio nutricional e facilita o manejo da forragem (Derpsch; Calegari, 1992). Esta leguminosa é altamente nutritiva e de fácil digestão, sendo recomendada para a alimentação de ovelhas, vacas leiteiras e equinos, tanto como forragem verde quanto como feno. A ervilha-forrageira pode produzir entre 3,0 e 4,0 toneladas de massa seca por hectare (Santos et al., 2012).

2.2.2 Nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*)

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), pertencente à família das crucíferas, é uma planta anual de polinização cruzada, caracterizada por seu crescimento ereto e bastante ramificado, podendo alcançar entre 100 e 180 cm de altura (Derpsch; Calegari, 1992). Destaca-se pelo rápido desenvolvimento inicial, cobrindo aproximadamente 70% do solo em até 60 dias após a emergência (Calegari, 1990). Essa planta apresenta raiz pivotante bem desenvolvida, adaptando-se tanto a solos pobres quanto a solos de alta fertilidade, onde é capaz de produzir uma grande quantidade de massa verde. Devido ao seu ciclo rápido e crescimento vigoroso, o nabo forrageiro é uma excelente opção no manejo de plantas invasoras, demonstrando alta competitividade e dificultando o estabelecimento de espécies concorrentes. Além disso, essa espécie possui uma relação C/N de 16, considerada baixa, o que favorece uma decomposição rápida e eficiente, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo (Ferreira, Schwarz & Streck, 2000).

O nabo forrageiro é amplamente utilizado na agricultura como cobertura vegetal e adubo verde, sendo integrado em sistemas de rotação de culturas e trazendo benefícios às safras subsequentes (Calegari et al., 1992). Sua eficiência na reciclagem de nutrientes é notável, ajudando a devolver ao solo elementos essenciais e promovendo melhorias físicas ao perfil do solo. A raiz pivotante, por sua vez, auxilia na descompactação e na oxigenação das camadas mais profundas do solo, facilitando o desenvolvimento radicular de outras culturas (Pereira & Leonel, 1998).

No Brasil, o cultivo do nabo forrageiro é predominante nas regiões Sul, Centro-Oeste e no estado de São Paulo. Nessas áreas, ele é amplamente empregado em práticas de manejo conservacionista, como o plantio direto e o cultivo mínimo, e em adubação verde durante o inverno (Crusciol et al., 2005). O consórcio com culturas como aveia, centeio e ervilha forrageira é uma prática comum, agregando benefícios tanto para a produção de forragem quanto para a fertilidade do solo (Calegari, 1990). Apesar de suas sementes não exigirem incorporação ao solo para germinar, essa prática pode uniformizar e antecipar a germinação, promovendo um crescimento mais homogêneo e eficiente da cultura. Isso também ajuda a reduzir o surgimento de plantas espontâneas, aumentando o controle sobre as espécies indesejadas (Ferreira, Schwarz & Streck, 2000). Além das vantagens agrônômicas, o nabo forrageiro é bem aceito entre agricultores, especialmente porque não atua como hospedeiro de fitopatógenos importantes para as principais culturas agrícolas, minimizando riscos sanitários (Santos, 2003).

2.3 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Os Sistemas Integrado de Produção Agropecuária (SIPA) referem-se a sistemas de produção que planejam a associação de cultivos agrícolas com a produção animal, visando explorar os sinergismos e propriedades emergentes resultantes deste conceito de produção (Carvalho et al., 2014). O SIPA abrange uma área de aproximadamente 25 milhões de km² (Bell; Moore, 2012) e desempenha um papel crucial na produção global de alimentos, sendo responsável por cerca de 50% dessa produção - incluindo 65% dos bovinos, 75% do leite e 55% dos cordeiros em países em desenvolvimento (Herrero et al., 2010). Devido a essa importância, o SIPA é considerado essencial para a segurança alimentar em escala global. Além de sua contribuição para a produção de alimentos, esse sistema é fundamental para os

países em desenvolvimento, sustentando cerca de dois bilhões de pessoas (Wright et al., 2011).

Recentemente, o SIPA tem sido reconhecido como uma alternativa para intensificação sustentável (FAO, 2010), pois possui uma combinação única de atributos raros em sistemas de produção de alimentos. Ele demonstra maior eficiência no uso dos recursos naturais (Wright et al., 2011), promove a ciclagem de nutrientes e a melhoria do solo (Salton et al., 2014), reduz os custos de produção (RYSCHAWY et al., 2012) mantendo níveis elevados de produtividade (Balbinot Jr et al., 2009), e ainda proporciona diversos serviços ecossistêmicos (Sanderson et al., 2013). Assim, os sistemas integrados estão novamente em destaque, inovando com base nos pilares da agricultura conservacionista (Martins et al., 2015).

A inovação dos sistemas deve-se também à intensificação do uso do plantio direto (PD), que utiliza a cobertura do solo com resíduos das culturas e a diversificação na rotação de culturas. Essa prática, aliada ao pastejo animal, resulta em uma interação sinérgica entre os sistemas (Anghinoni et al., 2011). Na região Sul do Brasil, a utilização de pastagens de inverno intercaladas com culturas comerciais de verão, como soja, milho ou feijão, é uma estratégia de grande importância para os agricultores, devido à falta de alternativas de cultivos agrícolas economicamente viáveis durante o inverno (Balbinot Jr et al., 2009). Nesse contexto o SIPA se destaca como uma estratégia promissora para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e mais sustentáveis ao longo do tempo. Diversos estudos têm destacado o efeito negativo de vários anos de agricultura contínua sobre múltiplas propriedades do solo, efeito este que é revertido à medida que se aumenta o número de anos consecutivos com a implantação de pastagens (Panigattil, 1992).

Dessa forma, sistemas integrados de produção possibilitam a intensificação da viabilidade econômica de áreas agrícolas subutilizadas e proporcionam vantagens biológicas a produção (Balbinot Jr et al., 2009), como melhorias na estrutura e fertilidade do solo, melhor controle de plantas daninhas, quebra de ciclos de doenças e pragas, e aumento na disponibilidade de alimentos de qualidade para os rebanhos durante o período de pastejo (Mckenzie et al., 1999). No entanto, segundo Assmann et al. (2004), esses sistemas frequentemente apresentam rendimentos abaixo de seu potencial produtivo devido ao manejo inadequado e à falta de adubação, especialmente de nitrogênio.

2.3.1 Consórcio de forrageiras em SIPA

A integração de gramíneas e leguminosas forrageiras em sistemas de lavoura-pastagem tem se destacado como uma estratégia para aumentar a produção de matéria seca, prolongar o período de pastejo e melhorar a qualidade alimentar do rebanho, especialmente no inverno (Whitehead, 1995; Baethgen, 1992; Diaz Rosselo, 1992). Essa prática contribui para a fixação de nitrogênio no solo, melhoria da fertilidade, controle de plantas daninhas e interrupção dos ciclos de pragas e doenças, promovendo maior sustentabilidade e produtividade no uso da terra (Mohamed Sallen & Fisher, 1993; McKenzie et al., 1999).

Além disso, o consórcio de gramíneas e leguminosas destaca-se como uma estratégia eficiente para a formação de palhada com relação carbono/nitrogênio (C/N) intermediária, o que reduz a imobilização de nitrogênio pelos microrganismos do solo e contribui para o aumento do teor desse nutriente (Farinelli & Lemos, 2012). Essa prática favorece ainda o acúmulo de matéria seca e aumenta a eficiência no uso de água e nutrientes, devido à exploração de diferentes profundidades do solo pelas raízes das espécies consorciadas (Collier et al., 2011).

De acordo com Moraes et al., (1995), entre as espécies forrageiras cultivadas no inverno, destacam-se o azevém (*Lolium multiflorum* L.), a aveia (*Avena strigosa* Scherb) e as misturas de pastagens compostas por azevém, aveia e trevo. Høgh-Jensen e Schjoerring (1997), observaram em seus estudos sobre adubação nitrogenada que a combinação de trevo com azevém perene foi capaz de recuperar até 46% do nitrogênio aplicado na forma de ureia.

2.3.2 Plantas daninhas em SIPA

A competição com plantas daninhas prejudica significativamente a produtividade agrícola, sendo responsável por cerca de 34% das perdas nos rendimentos das lavouras (Jabran et al., 2015; Zimdahl, 2007). Essa competição se dá pela disputa por recursos essenciais como água, luz, nutrientes e espaço, afetando lavouras e pastagens. No caso das pastagens, o pastejo intensificado pelos animais agrava essa competição, resultando em menor produção de massa forrageira, redução da capacidade de suporte e comprometimento da produtividade do sistema. Além disso, plantas daninhas agressivas, como arbustos e espécies com espinhos,

dificultam o acesso dos animais à forragem, enquanto aquelas tóxicas podem comprometer o desempenho dos animais, causando desde perda de peso até morte (Afonso & Pott, 2001).

Nesse contexto, os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) têm se destacado como uma abordagem eficaz para o controle de plantas daninhas. A eficiência dessa abordagem está relacionada à competitividade das pastagens em relação às plantas invasoras, além da diversidade e complexidade dos arranjos presentes nos SIPA (Anghinoni et al., 2013; Schuster et al., 2020). Entretanto, uma análise de 450 estudos sobre SIPA realizada por Moraes et al. (2014) revelou que, embora 62% desses trabalhos priorizassem os componentes de cultivo, menos de 5% abordavam a dinâmica de plantas daninhas, evidenciando uma lacuna significativa no conhecimento sobre o tema em sistemas integrados.

2.4 PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS CONSORCIDAS

O consórcio entre gramíneas e leguminosas oferece diversas vantagens, destacando-se como uma estratégia importante para reduzir o uso de fertilizantes. Essa prática pode contribuir para a melhoria tanto da quantidade quanto da qualidade da forragem, além de melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade animal (GULWA et al., 2018). O nitrogênio fornecido pelas leguminosas auxilia na produtividade da forragem e prolonga a longevidade das pastagens. Leguminosas bem adaptadas, tardias e resistentes à seca podem ainda minimizar a sazonalidade da produção de forragem observada em pastagens exclusivamente de gramíneas. (Barcellos et al., 2008).

As leguminosas forrageiras são reconhecidas como importantes fontes de nitrogênio, aumentando sua disponibilidade no sistema solo-planta-animal. Essa dinâmica pode resultar em maior fixação de carbono no solo e na redução da emissão de gases de efeito estufa por unidade de produto gerado. Estudos comparativos entre pastagens de gramíneas puras e consorciadas com leguminosas mostram que o consórcio contribui para o aumento dos estoques de carbono (Barcellos et al., 2008). Shunk et al. (2004) observaram que pastagens consorciadas com a cultivar Campo Grande apresentaram, na camada superficial do solo (10 cm), um estoque de carbono 1,4 t/ha superior ao encontrado em pastagens puras de *Brachiaria*.

Além disso, o consórcio favorece uma maior disponibilidade de proteína bruta (PB) na alimentação animal, tornando-se uma opção sustentável com amplos benefícios. No entanto, ainda é necessário aprofundar os estudos sobre aspectos como a estrutura, a produtividade, a longevidade do pasto e o comportamento dos animais, para avaliar de forma mais consistente o impacto dessa prática no desempenho da produção animal (Rocha, 2023). Pereira (2002), ao analisar 11 experimentos realizados no Brasil, comparou pastagens consorciadas com gramíneas e leguminosas e pastagens formadas apenas por gramíneas. Os dados mostraram que as pastagens consorciadas proporcionaram ganhos médios diários de 437 g/animal/dia, com variações entre 230 e 610 g/dia, enquanto as pastagens puras resultaram em uma média de 333 g/dia, variando de 117 a 574 g/dia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

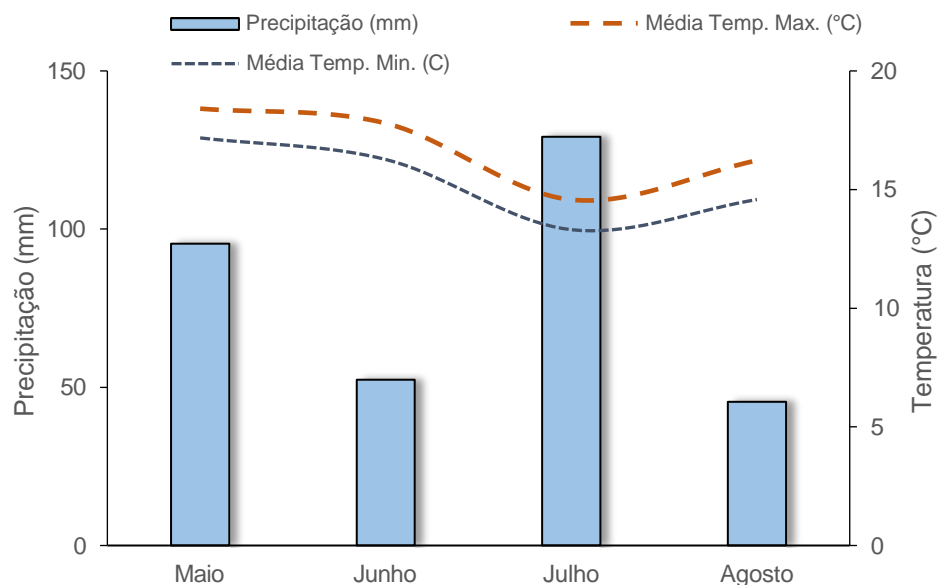
O experimento foi conduzido no período de 07/06/2024 a 24/07/2024 na Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais - PR (coordenadas 25°23'30"S;49°07'30"W), a uma altitude de 948 metros (Figura 1). Pinhais apresenta um clima subtropical úmido (Cfb), conforme a classificação climática de Köppen, com precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C. A região não possui uma estação seca definida, apresenta verão brando e geadas severas frequentes (Dominschek, 2021). Durante o período experimental, as condições climáticas, incluindo a precipitação acumulada e as variações de temperatura máxima e mínima, foram monitoradas e estão representadas na Figura 2. O solo da área apresenta os seguintes atributos químicos: pH em CaCl₂ de 5,2; cálcio (Ca) de 8,6 cmolc dm⁻³; magnésio (Mg) de 3,0 cmolc dm⁻³; potássio (K) de 0,2 cmolc dm⁻³; alumínio (Al) de 0,0 cmolc dm⁻³; hidrogênio mais alumínio (H+Al) de 5,8 cmolc dm⁻³; capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC pH 7) de 17,7 cmolc dm⁻³; soma de bases (SB) de 11,9 cmolc dm⁻³; fósforo (P) de 3,0 mg dm⁻³ e saturação por bases (V%) de 67%.

Figura 1 - Imagem aérea da área experimental situada na Fazenda Canguiri – Pinhais PR, pertencente à Universidade Federal do Paraná.



FONTE: O autor (2024).

Figura 2 - Precipitação (mm) e comportamento das temperaturas médias máximas e mínimas (°C) durante o período experimental, obtidos na estação meteorológica SIMEPAR - Pinhais, PR.



FONTE: O autor (2024).

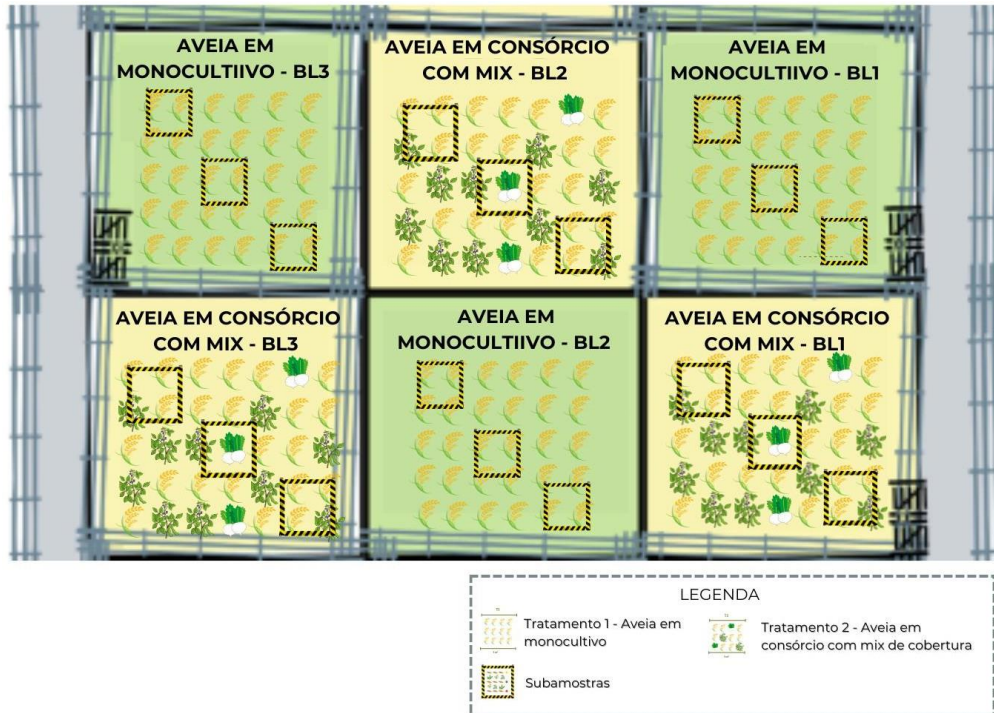
3.2 TRATAMENTOS, INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os tratamentos foram constituídos por dois sistemas de cultivo, sendo eles aveia branca em monocultivo (T1) e aveia branca em consórcio com mix de cobertura (T2), utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições,

totalizando 6 unidades experimentais (UE) (Figura 3), denominadas: bloco 1 aveia (BL1-A); bloco 2 aveia (BL2-A); bloco 3 aveia (BL3-A); bloco 1 mix (BL1-M) bloco 2 mix (BL2-M) e bloco 3 mix (BL3-M) (Figura 4). A área total do experimento é de 0,7 hectares, sendo 3 UE de 1500 m² e 3 UE de 800 m². O preparo do solo foi feito de forma convencional, com grade aradora e grade niveladora. Para ambos os tratamentos, foram utilizadas sementes de aveia branca cultivar IPR Esmeralda. No sistema de cultivo consorciado (T2), o mix de cobertura foi composto pelas seguintes espécies: aveia branca IPR Esmeralda (20%), nabo-forrageiro IPR 116 (*Raphanus sativus*, 0,75%), nabo-pivotante japonês Minowase (*Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis* Makino, 1,75%) e ervilha forrageira IPR 83 (*Pisum sativum* subsp. *arvense*, 77,5%).

A semeadura do mix de inverno foi realizada no dia 06/06/2024, com uma densidade de 50 kg ha⁻¹. A semeadura da aveia ocorreu no dia 07/06/2024, com uma densidade de 90 kg ha⁻¹. Em ambos os casos, utilizou-se uma semeadora mecanizada para culturas de inverno, com espaçamento de 0,17 m entre linhas. Para evitar sobreposição de linhas, a aveia foi semeada no sentido contrário ao mix de cobertura. No dia 01/07/2024, foi realizada a adubação em ambos os tratamentos, com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de ureia na fase inicial do perfilhamento da aveia.

Figura 3 - Disposição dos blocos e subamostras na área experimental.



FONTE: O autor (2024).

Figura 4 - Mapa da área experimental dividida em tratamentos e blocos casualizados.



FONTE: O autor (2024).

3.3 PARÂMETROS AVALIADOS

3.3.1 Estabelecimento e desenvolvimento inicial da aveia branca

O desenvolvimento inicial da aveia branca, em monocultivo e em consórcio, foi avaliado por meio da contagem e medição da altura das plantas de aveia, além da contagem da geração de perfilhos por planta, desde a emergência até a entrada dos animais para pastejo. Ao final do experimento foram avaliados o comprimento de folha e colmo por perfilho e acúmulo de massa seca (MS) de aveia em kg ha^{-1} . Para essas avaliações, foram instaladas três subamostras fixas de um metro quadrado em cada UE, contendo cinco linhas de cultivo. Três dessas linhas foram destinadas à medição da altura das plantas de aveia, enquanto as outras duas foram utilizadas para a contagem da geração de perfilhos por planta.

Após a emergência, o estabelecimento da aveia foi avaliado pela medida de desenvolvimento da altura semanalmente com o auxílio de uma régua graduada “sward stick”, foram medidas todas as plantas de aveia branca contidas nas três linhas de um metro linear em cada subamostra, totalizando 9 metros lineares avaliados por UE, até a entrada dos animais, quando a aveia alcançou aproximadamente 25 cm de altura. A geração de perfilhos foi monitorada semanalmente utilizando arames maleáveis de diferentes cores para identificar cada geração. Em cada linha, foram avaliadas 10 plantas de aveia, totalizando 20 plantas por subamostra e 60 plantas por UE. As mesmas plantas foram avaliadas até a entrada dos animais.

Ao final do experimento, todas as plantas marcadas com as gerações de perfilhos foram coletadas e separadas de acordo com suas respectivas gerações para a aferição do comprimento de folha e colmo por perfilho, bem como o acúmulo total de massa seca da aveia. O comprimento da folha e do colmo foi medido com o auxílio de uma régua graduada. O colmo foi medido da base até a inserção da folha mais longa, enquanto a folha mais longa foi medida da inserção até a extremidade superior. Apenas a folha mais longa de cada perfilho foi considerada para a medição. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 65°C até atingirem peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas e a massa seca foi estimada em kg ha^{-1} .

Para isso, a massa seca foi calculada a partir da soma da massa das gerações de perfilhos dividida pelo número de plantas avaliadas por parcela (20 plantas),

obtendo-se assim a massa seca média por planta. Esse valor foi multiplicado pelo número de plantas presentes em uma linha de cultivo, resultando na massa seca por linha. Para determinar a massa seca por hectare, utilizou-se a fórmula:

$$MS (kg ha^{-1}) = \left(\frac{MS/g \text{ por linha} \times 100.000}{0,17} \right) / 1000$$

Onde:

- MS/g por linha é a massa seca total obtida em gramas para uma linha de cultivo.
- O fator 100.000 converte o valor para a escala de um hectare (10.000 m²) e transforma gramas para quilogramas.
- 0,17 m² é a área ocupada por uma linha de cultivo no experimento.

3.3.2 Identificação e presença de plantas daninhas

A identificação e presença de plantas daninhas foi realizada em ambos os tratamentos a cada 15 dias, até a entrada dos animais para o pastejo. Foram monitoradas as mesmas parcelas de um metro quadrado, previamente alocadas em cada unidade experimental (UE), que também foram utilizadas nas avaliações do desenvolvimento da aveia.

No tratamento com aveia em cultivo solteiro, todas as plantas presentes dentro das subamostras, exceto a aveia, foram removidas e identificadas, com o objetivo de manter as subamostras limpas e livres de interferências no desenvolvimento da cultura. No tratamento com aveia consorciada, as plantas consideradas indesejáveis, ou seja, que não pertenciam à aveia nem ao mix de cobertura, também foram identificadas e removidas com o intuito de evitar possíveis interferências no desenvolvimento da aveia. Adicionalmente, foi realizada a avaliação da presença e identificação de plantas daninhas fora das parcelas, utilizando um quadro amostral metálico vazado, com dimensões de 0,25 metros quadrados, lançado aleatoriamente três vezes em cada unidade experimental. Nesse caso, as plantas daninhas não foram removidas, apenas identificadas.

3.3.3 Análises estatísticas

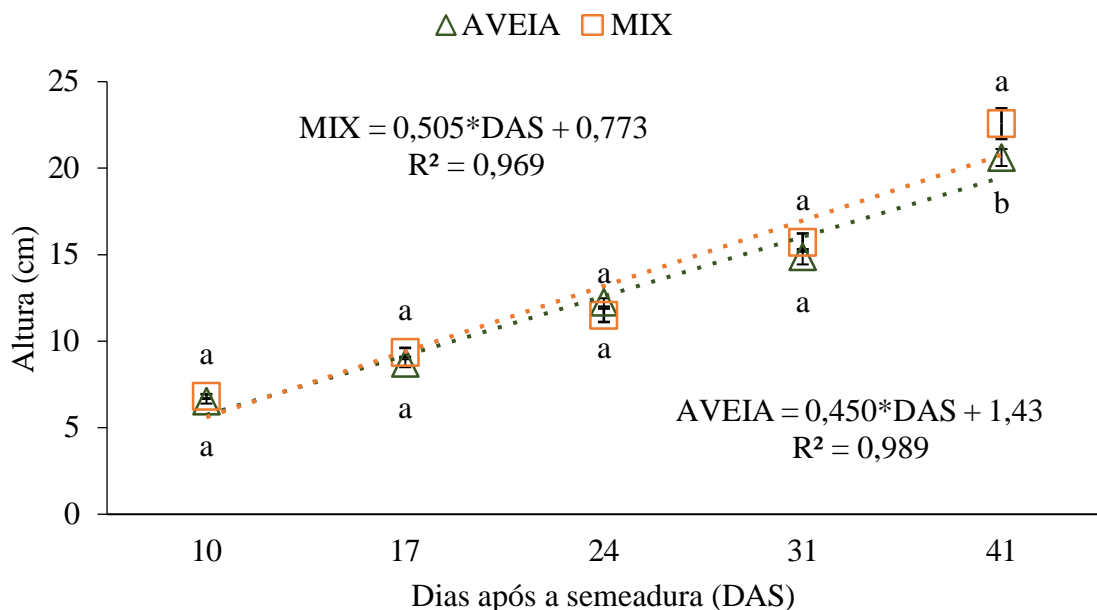
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk para avaliar a adequação dos resíduos à distribuição normal. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com repetições, e os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA). Quando identificadas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. O desenvolvimento da altura da aveia foi avaliado em esquema fatorial ($A \times B$), considerando os efeitos dos sistemas de cultivo (aveia solteira e consorciada com mix de cobertura) e dos dias após a semeadura (DAS). Adicionalmente, foram ajustados modelos de regressão linear e polinomial para descrever o comportamento das variáveis ao longo do tempo. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares Rbio e AgroEstat.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESENVOLVIMENTO DA ALTURA DA AVEIA BRANCA

O desenvolvimento da altura da aveia branca apresentou um padrão de crescimento linear ao longo dos dias após a semeadura (DAS) em ambos os tratamentos avaliados. Até os 31 DAS, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre o cultivo solteiro e o consórcio com o mix de cobertura. Contudo, aos 41 DAS, foi observada uma diferença significativa, no qual o sistema consorciado apresentou um coeficiente angular superior (0,505) em comparação ao sistema solteiro (0,450), indicando uma taxa de crescimento maior no consórcio (Figura 5).

Figura 5 - Comportamento da altura da aveia, em centímetros (cm), ao longo do ciclo de cultivo.



Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si, Tukey 5%.

FONTE: O autor (2024).

O crescimento linear ao longo dos dias após o plantio é um comportamento esperado, devido ao crescimento das plantas. Estudos como os de Rossetto e Nakagawa (2001) e Floss *et al.* (2004) confirmaram esse padrão ao observar o aumento progressivo na altura de aveia preta comum e aveia branca, respectivamente, em diferentes períodos de amostragem. A maior taxa de crescimento da aveia em sistema consorciado, em comparação ao monocultivo,

também foi relatada por Hoppen (2017), que, ao avaliar o crescimento em altura de aveia branca e preta em consórcio com triticale e em monocultivo, obteve resultados semelhantes aos do presente trabalho. Nos dois primeiros períodos de avaliação, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Contudo, na terceira avaliação, com a chegada das aveias ao estágio reprodutivo, o consórcio apresentou maior crescimento ($P < 0,05$), seguido pelo monocultivo de aveia branca e, por último, pela aveia preta IAPAR 61 em sistema solteiro.

Os resultados observados por Hoppen (2017) e nesse estudo, podem estar relacionados à disputa por recursos como água, luz, espaço e nutrientes. No caso das forrageiras, a competição por luz torna-se um fator limitante na produtividade, podendo levar a alterações na estrutura e composição nutricional das culturas (ALVES et al., 2021). Outro efeito observado é o estiolamento, no qual as plantas elevam suas folhas no dossel em busca de maior captação de luz (PACIULLO et al., 2008). Um estudo conduzido por Wang et al. (2024) analisou sistemas de consórcio com aveia e ervilhaca e demonstrou que essas condições favorecem ajustes morfológicos, como o aumento em altura, especialmente em altas densidades de plantio. Essa adaptação busca maximizar a captação de luz e minimizar a desvantagem competitiva frente à planta companheira (Gitari et al., 2019; Banik, 1996; Wang et al., 2024).

Nesse estudo, nos dois primeiros períodos de avaliação, a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos pode ser atribuída à fase inicial de desenvolvimento das plantas, quando a competição por recursos como luz, água e nutrientes ainda é pouco expressiva. A partir dos 31 dias após a semeadura (DAS), à medida em que as plantas se estabelecem, há maior potencial para a intensificação da competição por esses recursos. Adicionalmente, foi observado nesse estudo que o hábito trepador da ervilha-forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*), conforme descrito por Derpsch e Calegari (1992), pode ter estimulado o crescimento da aveia. Isso ocorre porque a ervilha utiliza a planta de aveia como suporte para expressar seu hábito de crescimento, envolvendo-se na planta e utilizando-a como ponto de apoio.

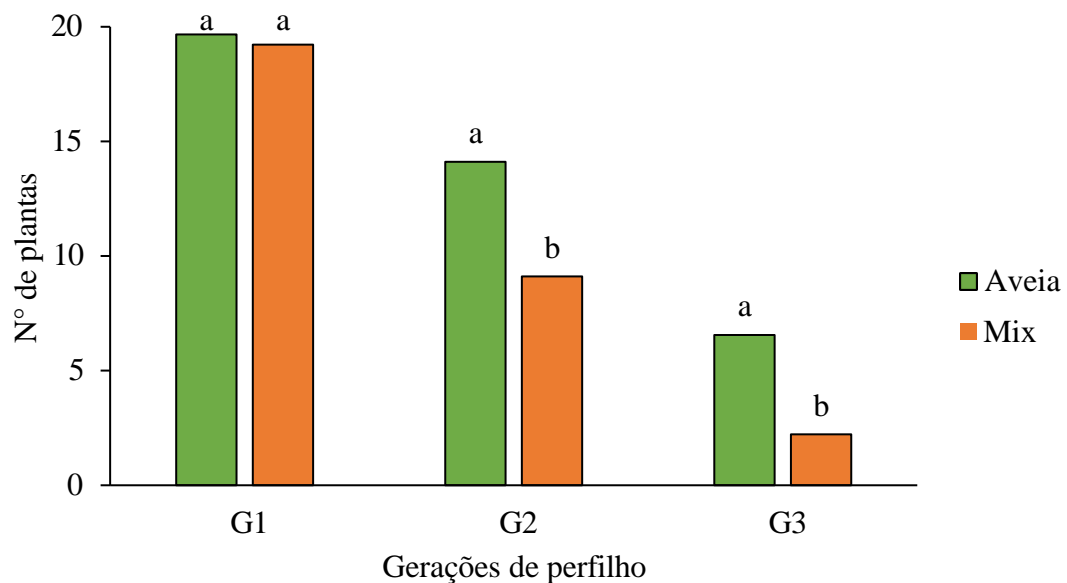
Por outro lado, estudos como os de Mabedi (2021) e Dordas e Lithourgidis (2011) não observaram diferenças significativas na altura da aveia cultivada em consórcio com leguminosas, o que contrasta com os resultados apresentados neste estudo. Jermyn e Wyatt (1987) e Newton (1980), destacaram em seus estudos a fraca competição das ervilhas em comparação com os cereais. Já Ibrahim et al. (2014), relatou redução no crescimento do milho consorciado com sesbania, uma leguminosa

de comportamento agressivo. Essas variações evidenciam que o impacto do consórcio sobre o crescimento das culturas depende do grau de competitividade das espécies envolvidas.

4.2 GERAÇÃO DE PERFILHOS

O número de perfilhos gerados por planta na primeira geração de perfilhos (G1) foi similar entre os tratamentos, indicando que tanto o monocultivo de aveia quanto o consórcio com o mix de cobertura tiveram condições semelhantes para o desenvolvimento inicial do perfilhamento. No entanto, para as gerações subsequentes (G2 e G3), o número de perfilhos foi maior no monocultivo na segunda e terceira gerações de perfilhos em comparação ao consórcio (Figura 6).

Figura 6 - Perfilhamento das plantas de aveia sob os respectivos tratamentos.



Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si, Tukey 5%.

FONTE: O autor (2024).

O maior número de perfilhos observado no monocultivo de aveia, em comparação ao sistema consorciado, também foi relatado por Hoppen (2017). Nesse estudo, foi analisada a densidade de perfilhos por metro quadrado em cultivos isolados de aveia branca, aveia preta e triticale, além de sistemas consorciados de aveia branca + triticale e aveia preta + triticale, em três momentos de avaliação: 41,

72 e 114 dias após a semeadura (DAS). Os resultados demonstraram que o monocultivo de aveia preta apresentou a maior densidade de perfilhos. Além disso, o consórcio de aveia branca + triticale impactou negativamente o triticale, reduzindo sua densidade populacional durante os dois primeiros períodos de avaliação, em comparação ao seu cultivo isolado. Contudo, é importante ressaltar que o estudo foi realizado em condições de pastejo, o que pode alterar significativamente a dinâmica de perfilhamento.

Embora a falta de estudos específicos sobre o perfilhamento inicial de aveia em condições de pré-pastejo limite comparações diretas, os dados existentes permitem inferir que a competição inter e intraespecífica desempenha papel crucial no comportamento observado. Estudos prévios, como os de Martins, Debiase e Missio (2006), indicaram que o aumento da densidade de semeadura reduz o número de perfilhos por planta, comportamento também observado em sistemas consorciados. Nesse contexto, a competição por recursos, como luz, nutrientes e água, é intensificada, impactando o perfilhamento e a arquitetura das plantas.

Fatores ambientais, como luz, temperatura, nutrição mineral e disponibilidade hídrica, também influenciam o perfilhamento em gramíneas (Langer, 1979). A luz, em especial, é frequentemente considerada o fator mais limitante, sendo que intensidades luminosas elevadas favorecem o perfilhamento (Spietz & Ellen, 1972; Langer, 1979). Em condições de sombreamento, plantas de gramíneas tendem a priorizar o crescimento dos perfilhos existentes em detrimento da formação de novos, como demonstrado por Paciullo et al. (2007). Essa dinâmica se reflete em sistemas consorciados, onde a maior competição por luz pode resultar em estiolamento das plantas, redução no perfilhamento e maior competição à medida que as plantas crescem, como observado no presente estudo.

Adicionalmente, Hoppen (2017) verificou que o número de perfilhos por planta (NPP) nos tratamentos contendo aveia branca IPR Esmeralda e triticale forrageiro não variou significativamente ao longo do tempo. Entretanto, os tratamentos com aveia preta IAPAR 61 apresentaram aumento no NPP em função do tempo e do número de pastejos, destacando a influência do manejo no comportamento das plantas em consórcios. Esses resultados evidenciam a complexidade dos sistemas consorciados, onde o manejo adequado da densidade de semeadura e da composição do consórcio é essencial para minimizar os efeitos da competição e otimizar o desenvolvimento das culturas.

4.3 COMPRIMENTO DE FOLHA E COLMO E RELAÇÃO FOLHA:COLMO

O comprimento de folha (F), e colmo (C) e a relação folha/colmo (F:C) da aveia foram semelhantes entre os tratamentos avaliados, tanto no monocultivo quanto no consórcio com o mix de cobertura (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das gerações analisadas

Tabela 1 - Comprimento (cm) de folha (F) e colmo (C) e relação entre a folha e o colmo (F:C) da aveia.

Tratamento	AVEIA			MIX		
	Geração	F	C	F:C	F	C
G1	27,97 a	9,08 a	3,21 a	29,46 a	9,98 a	3,11 a
G2	22,89 a	7,75 a	3,08 a	22,23 a	8,33 a	2,74 a
G3	21,61 a	7,02 a	3,19 a	22,85 a	8,81 a	2,69 a

Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si, Tukey 5%.

FONTE: O autor (2024).

Os resultados deste estudo, que indicaram ausência de diferenças significativas no comprimento de folha, colmo e na relação folha/colmo entre o monocultivo e o consórcio de aveia, estão alinhados com os achados de Hoppen (2017). Essa autora, ao avaliar a aveia branca em monocultivo e em consórcio com triticale aos 42 dias após a emergência, não observou diferenças estatísticas nesses parâmetros. No entanto, pequenas variações foram observadas neste estudo, como uma relação folha/colmo ligeiramente menor no consórcio, principalmente na terceira geração de perfilhos, indicando que, mesmo sem significância estatística, a competição interespecífica pode ter influenciado sutilmente as características estruturais da aveia.

É relevante considerar que em situações de maior competição interespecífica, como observado por Carrère et al. (2006), a relação folha/colmo pode ser negativamente afetada. Isso ocorre devido ao alongamento dos colmos como resposta à competição por luz, o que aumenta os tecidos de sustentação e reduz a proporção de folhas, impactando diretamente na qualidade nutricional da forragem. A menor proporção de folhas diminui a digestibilidade e a eficiência do pastejo, além de afetar o comportamento ingestivo dos animais (Gontijo Neto et al., 2006; Barbosa,

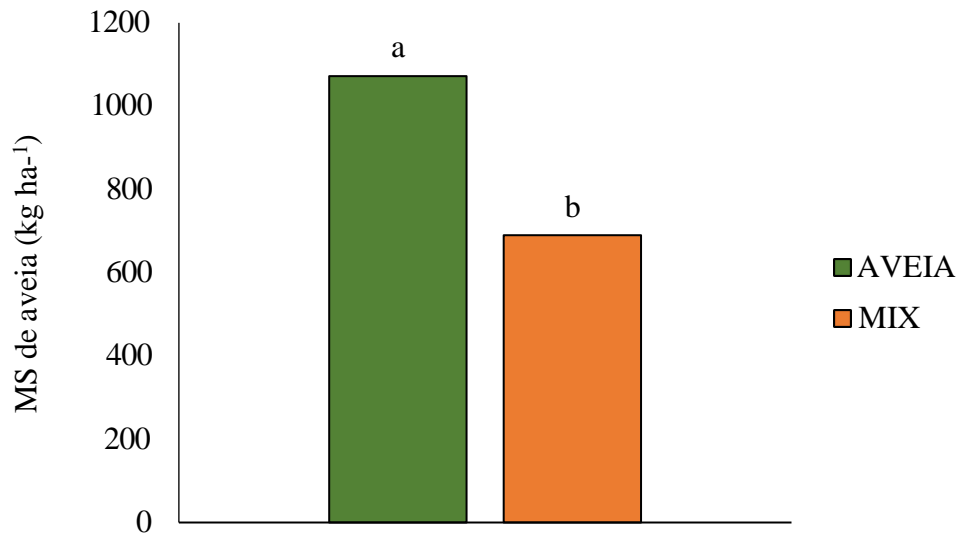
2007). Por outro lado, Gralak aponta que, dependendo das espécies consorciadas e das proporções utilizadas, o consórcio pode promover um aumento na relação folha/colmo. Tal efeito está associado a um melhor equilíbrio entre os componentes vegetativos e estruturais das plantas em sistemas diversificados. Os resultados divergentes na literatura indicam que a resposta das plantas depende do contexto específico, como o manejo adotado e as espécies envolvidas no consórcio.

Outro ponto relevante é que, neste estudo, a relação folha/colmo foi avaliada com base no comprimento das folhas e dos colmos. Estudos anteriores, como os de Barbosa (2007) e Hoppen (2017), muitas vezes utilizam a razão entre a massa seca das folhas e a massa seca dos colmos para calcular essa relação. É possível que, em uma avaliação baseada na biomassa, diferenças significativas pudessem ser observadas, especialmente devido ao impacto da competição na alocação de recursos pelas plantas. Por fim, os dados deste estudo corroboram os achados de Lipsch (2017), que também não encontrou variações no comprimento do colmo ao comparar aveia solteira e consorciada com triticale. Essa consistência sugere que, neste caso, o consórcio com o mix de cobertura não afetou significativamente as características estruturais da aveia, o que é desejável em sistemas de produção de forragem de alta qualidade.

4.4 PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE AVEIA

A produção de massa seca (MS) de aveia foi 55,4% maior no monocultivo em comparação ao consórcio com o mix de cobertura (Figura 7). Esses resultados demonstram que o monocultivo favoreceu o acúmulo de biomassa pela aveia, enquanto o consórcio resultou em menor produção.

Figura 7 - Produção de massa seca de aveia ao final do período do experimento (41 DAS) em quilogramas por hectare (Kg ha⁻¹).



Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si, Tukey 5%.

FONTE: O autor (2024).

Meier et al. (2017) compararam a produção de massa seca (MS) em diferentes combinações de forrageiras de inverno, avaliando os seguintes tratamentos: 100% aveia branca, 100% azevém, 50% aveia branca + 50% ervilhaca e 50% azevém + 50% ervilhaca. Nesse estudo, o sistema de azevém solteiro apresentou a maior média de produção de massa seca. A aveia branca, por sua vez, registrou uma média de 1.375,6 kg ha⁻¹ de massa seca em cultivo solteiro, mas apresentou produtividade ainda maior nos consórcios com ervilhaca. Por outro lado, Kostulski et al. (2017) observaram que sistemas consorciados envolvendo aveia preta, azevém e trevo apresentaram menor produtividade de massa seca em comparação aos cultivos singulares. O consórcio de aveia preta + azevém produziu 3.127 kg MS ha⁻¹, enquanto os cultivos individuais alcançaram 3.985 kg MS ha⁻¹. No consórcio mais complexo, envolvendo azevém, trevo e aveia preta, a produção foi ainda menor, com 2.161 kg MS ha⁻¹. Esses dados são consistentes com os resultados de Roso et al. (1999), que também reportaram menores produtividades de massa seca em misturas de aveia preta + azevém, associando esses resultados à competição interespecífica. Mundstock e Galli (1994) enfatizam que a competição em sistemas consorciados pode impactar diretamente o crescimento e o desenvolvimento das culturas, reduzindo o potencial de rendimento.

De forma semelhante, Maurina (2017), ao avaliar a produção de massa seca (MS) em consórcios compostos por aveia e azevém (AVAZ); aveia, azevém e trevo branco (AVAZT); e aveia, azevém e ervilhaca (AVAZE), observou que, embora não houvesse diferença estatística significativa na produtividade de massa seca entre os tratamentos, o consórcio de aveia e azevém (AVAZ) apresentou a maior produção de massa seca, alcançando 3.163 kg MS ha⁻¹. O desempenho superior do consórcio entre gramíneas pode ser explicado pela menor competição entre gramíneas em comparação ao consórcio de gramíneas e leguminosas. Zanine et al. (2004) reforçam que a competição entre plantas vai além da disputa por luminosidade. A maior parte da competição ocorre abaixo do solo, envolvendo água e nutrientes minerais essenciais para o desenvolvimento das plantas. Em consórcios que incluem leguminosas, como trevo e ervilhaca, a competição pode ser mais intensa devido à sobreposição das exigências nutricionais das espécies, o que compromete a produtividade geral do sistema.

Os resultados do presente estudo reforçam a hipótese de que a competição entre aveia e as espécies contidas no mix de cobertura afetou negativamente a produção de massa seca da aveia. Como apontado por Sanchez e Salinas (1982), a interação entre culturas e forrageiras é altamente dependente das condições locais, como clima, manejo e fertilidade do solo. Isso demonstra a necessidade de estudos adicionais que considerem taxas de semeadura, espaçamento, cultivares e manejo adaptados às condições específicas de cada sistema. Essas investigações são fundamentais para entender as interações interespecíficas e potencializar a produtividade em sistemas consorciados.

4.5 IDENTIFICAÇÃO E PRESENÇA DE PLANTAS DANINHAS

Foram identificadas oito espécies de plantas daninhas pertencentes a gêneros diferentes. Todas as espécies encontradas no tratamento com aveia em monocultivo também foram observadas no consórcio com o mix de cobertura, não havendo diferenças na composição de espécies entre os tratamentos.

Tabela 2 - Plantas daninhas identificadas na área durante o período do experimento.

Planta daninha	Nome científico	Família	Aveia	Aveia + Mix
Trevo-azedo	<i>Oxalis latifolia</i>	<i>Oxalidaceae</i>	X	X
Losna-brava	<i>Artemisia verlotiorum</i>	<i>Asteraceae</i>	X	X
Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cyperaceae</i>	X	X
Picão-Preto	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Asteraceae</i>	X	X
Nabiça	<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Brassicaceae</i>	X	X
Corda-de-viola	<i>Ipomoea acuminata</i>	<i>Convolvulaceae</i>	X	X
Língua-de-vaca	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Polygonaceae</i>	X	X
Milho	<i>Zea mays</i>	<i>Poaceae</i>	X	X

FONTE: O autor (2024).

Os resultados deste estudo mostraram que não houve diferença na composição de espécies de plantas daninhas entre os tratamentos de aveia em monocultivo e consorciada com o mix de cobertura, com oito espécies identificadas em ambos os sistemas. A família Asteraceae foi a mais representativa, com destaque para *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Artemisia verlotiorum* (losna-brava), sendo esta última observada em maior abundância na área experimental. Essa predominância da Asteraceae é consistente com os achados de Inoue et al. (2012), que relataram essa família como a mais frequente em levantamentos fitossociológicos realizados em áreas de pastagem. A disseminação eficiente dessas espécies é atribuída às adaptações morfológicas de suas sementes, como estruturas que favorecem a dispersão pelo vento.

Todas as famílias identificadas, incluindo Oxalidaceae, Cyperaceae, Convolvulaceae, Polygonaceae, Brassicaceae e Poaceae, são comumente relatadas em áreas agrícolas (Canuto et al., 2020; Almeida et al., 2019). Além disso, Pelissari et al. (2011) destacaram que os prejuízos associados às plantas daninhas não se limitam à competição por recursos, mas também envolvem efeitos alelopáticos e o papel dessas espécies como hospedeiras de doenças e pragas. Nesse experimento, as espécies presentes no mix de cobertura não exibiram efeitos alelopáticos sobre as plantas daninhas, como indicado pela ausência de diferenças no número de espécies entre os tratamentos. Esse resultado contrasta com estudos prévios que sugerem que compostos fenólicos liberados por leguminosas podem suprimir o crescimento e a germinação de plantas daninhas (Ohno & Doolan, 2001; Liebman & Sundberg, 2006). A ausência desse efeito pode ser atribuída às características específicas das espécies utilizadas no mix, que não apresentaram potencial alelopático significativo.

Outro ponto observado foi a presença de milho voluntário, popularmente conhecido como "milho tiguera", que emergiu espontaneamente na área após a colheita anterior. Em SIPA, o manejo eficiente de plantas voluntárias é essencial para reduzir sua interferência na dinâmica das culturas subsequentes e na composição do banco de sementes. Finalmente, o levantamento fitossociológico em áreas agrícolas, como destacado por Santos et al. (2024), é uma ferramenta essencial para embasar estratégias de manejo e tratamentos culturais, contribuindo para a implantação, condução ou recuperação de áreas cultivadas. O entendimento das relações entre espécies e seus impactos ecológicos é fundamental para promover sistemas de produção sustentáveis e de alta eficiência.

5 CONCLUSÃO

O estabelecimento e o desenvolvimento inicial da aveia branca em pastagens consorciadas em sistemas integrados de produção agropecuária foram impactados de forma negativa. Embora o consórcio com o mix de cobertura tenha proporcionado maior crescimento em altura, esse sistema apresentou menor produção de perfilhos e massa seca total, resultando em um desempenho inferior ao das pastagens puras.

O uso do mix de cobertura não impactou na dinâmica das espécies de plantas daninhas presentes na área.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo foi de grande importância para verificar o estabelecimento e desenvolvimento inicial da aveia branca solteira frente ao consórcio com mix de cobertura, bem como a identificação e presença de plantas daninhas, a fim de auxiliar na busca pela melhor eficiência e custo benefício na formação de pastagens em sistemas integrados de produção agropecuária. Em síntese, este estudo contribuiu significativamente para o entendimento dos sistemas integrados de produção agropecuária como uma estratégia promissora para aumentar a sustentabilidade e a resiliência dos sistemas agrícolas. A implementação eficaz desses sistemas depende não apenas da seleção adequada das culturas, mas também de práticas de manejo integradas e adaptadas às condições locais, visando maximizar os benefícios econômicos e ambientais.

A realização deste trabalho agregou muito à minha formação acadêmica e profissional, especialmente no aprofundamento sobre o manejo de pastagens em consórcio com mix de coberturas em sistemas integrados e na análise prática de soluções voltadas à produção agropecuária. A experiência prática adquirida foi essencial para consolidar conhecimentos teóricos e me preparar para enfrentar os desafios do setor agrícola com uma abordagem mais crítica e embasada. Entre os principais desafios enfrentados durante a condução deste trabalho, destaco o planejamento e a execução do experimento em campo, especialmente no que diz respeito às diversas avaliações realizadas e à organização dos dados coletados.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se que estudos futuros incorporem a fase de pastejo de animais para avaliar o desempenho produtivo dos sistemas. Isso permitirá não apenas analisar o ganho de peso dos animais, mas também avaliar a rentabilidade econômica dos diferentes tratamentos. Além disso, seria relevante investigar os efeitos a longo prazo desses sistemas integrados em diferentes condições edafoclimáticas e contextos agrícolas, visando aprimorar ainda mais as práticas de manejo e os benefícios ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALIANÇA, J. C. de A.; CARVALHO, I. Q. de; CARBONARE, M. S. D.; PEREIRA, E. A.; HANISCH, A. L. Aveias forrageiras e de cobertura do solo. In: DANIELOWSKI, R.; CARAFFA, M.; MORAES, C. dos S.; LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. de (Orgs.). **Informações técnicas para a cultura de aveia: XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia**. Três de Maio: SETREM, 2021. Cap. 9, p. 118-138. Disponível em: https://setrem.edu.br/wp-content/uploads/2021/11/INFORMACOES_TECNICAS_PARA_A_CULTURA_DA_AVEIA_SETREM_XL_RCBPA_2021-10-11-2021_compressed.pdf. Acesso em: 25 nov. 2024.
- ALMEIDA, U. O. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em cultivo de açaizeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 59-67, 2019.
- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).
- ALVES, C. P. et al. **Research, society and development**, v. 10, n. 6, 2021.
- ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDIN, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença ou ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 37-44, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/h5KRvrs6hcsRNmPXwNZBf7z/>. Acesso em: 22 out. 2024.
- BAETHGEN, W. E. Dinámica del nitrógeno en sistemas de rotación cultivos-pasturas. **Revista INIA de Investigaciones Agronómicas**, v. 1, n. 1, p. 3-25, 1992.
- BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; AUDE, M. I. da S. **As lavouras de inverno - 1: aveia, centeio, triticale, colza, alpiste**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 172 p. (Coleção do Agricultor Sul; Publicações Globo Rural). ISBN 85-250.0477-4.
- BALBINOT Jr., A. A. et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.
- BANIK, P. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) and legume intercropping systems under different planting configurations. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 3, p. 396–399, 1996. DOI: 10.2134/agronj199600021962008800030015x.
- BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 329-340, 2007.
- BASSO, C. J. Épocas de aplicação de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo, no sistema plantio direto. 1999. 91 f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/yGztgY9mdt5ZgQyXChMrg3R/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 9 set. 2024.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1-12, 2012.

BONNETT, O.T. **The oat plant: Its histology and development**. Illinois Agric. Station, 1961. 112p.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1990. 37 p. (Boletim técnico, 35).

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. da (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992b. p. 1-55.

CANUTO, R. S. O. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em área de produção de café catuaí amarelo. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 18-23, 2020.

CARRÈRE, P.; PONTES, L.; FABRE, P. et al. The interspecific plant competition affects the production and the nutritive value of grassland species. In: GENERAL MEETING ON SUSTAINABLE GRASSLAND PRODUCTIVITY, 21., 2006, Badajoz, Spain. **Proceedings...**

CARVALHO, P. C. F. et al. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 1040–1046, 2014.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 37-43, 2012.

COFFMAN, F. A. **Oat history, identification and classification**. Washington: United States Department Agriculture, 1977. 364p. (Technical Bulletin nº 1516).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim de Monitoramento Agrícola**. Brasília, DF, v. 13, n. 05, maio 2024.

CORSI, M.; NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados ao manejo das pastagens. In: PEZZOPANE, J. R. M.; PEDREIRA, M. S. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-48.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. Lawrence, Kansas: Allen Press, 1988.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (IAPAR. Circular, 73).

DHIMA, K. V.; LITHOURGIDIS, A. S.; VASILAKOGLU, I. B.; DORDAS, C. A. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratios. **Field Crops Research**, v. 100, n. 3, p. 249-256, 2007.

DIAZ ROSSELO, R. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. **Revista INIA de Investigaciones Agronómicas**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 1992.

DORDAS, C. A.; LITHOURGIDIS, A. S. Crescimento, rendimento e desempenho de nitrogênio da fava-feijão intercalado com aveia e triticale em proporções de semeadura variadas. **Gramíneas e Forrageiras Ciência**, v. 66, n. 4, p. 569-577, 2011.

EMBRAPA. **Aveia: Forragem, grãos e cobertura do solo**. Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/243405/1/FOL20005.pdf>. Acesso em: 10. out. 2024.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization (FAO)**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 16 mai. 2024.

Ferreira, T. N.; Schwarz, R. A.; Streck, E. V. **Solos: manejo integrado e ecológico – elementos básicos**. Porto Alegre: Emater/RS, 2000. Disponível em: <https://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/Livro-Solos-EMATER-RS.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R.A.; STRECK, E.V. 2000. Solos: manejo integrado e ecológico – elementos básicos. Porto Alegre: Emater/RS.

FIALHO, A. R. **Sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura**. 2020. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2020. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1238/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Arlini%20Rodrigues%20Fialho.pdf. Acesso em: 21 out. 2024.

FLOSS, E. L.; PALHANO, A. L.; SOARES FILHO, C. V.; PREMAZZI, L. M. Acúmulo e distribuição da matéria seca em aveia branca. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 24., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2004.

FLOSS, E. L.; VÉRAS, A. L.; FORCELINI, C. A.; GOELLNER, C.; GUTKOSKI, L. C.; GRANDO, M. F.; BOLLER, W. Programa de pesquisa de aveia da UPF "30 anos de atividades – 1977-2007". **Revista Plantio Direto** (on line), Passo Fundo, 2007. Disponível em: http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=785. Acesso em: 20 set. 2024.

Fonseca, J. S. **Plantas de cobertura e sua influência nas propriedades físicas do solo e no rendimento de culturas estivais**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Farroupilha, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riui/1927/1/Juliane%20Silveira%20Fonseca%20-%20202017.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FONTANELI, R. S.; DALPIZOL, I. **Consociações de gramíneas e leguminosas temperadas**. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE AVEIA, 1984, Porto Alegre. Ata da... Porto Alegre: UFRGS, 1984.

FONTANELI, R.S.; FREIRE JUNIOR, N. **Avaliação de consociações de aveia e azevém anual com leguminosas em estação fria**. Pesq. Agrop. Bras. 1991. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3385/718>. Acesso em: 19 set. 2024.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 544 p.

GIACOMINI, S. J. Consociação de plantas de cobertura no outono/inverno e fornecimento de nitrogênio ao milho em sistema plantio direto. 2001. 124 f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

GITARI, H. I.; MUKAI, Y.; KAWAMURA, K. Effects of seeding ratios and nitrogen fertilizer levels on the productivity of intercropped oat and common vetch. **Agronomy Journal**, v. 111, p. 1793–1802, 2019. DOI: 10.2134/agronj2019.03.0214.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, 1999. **Anais...** Viçosa: UFV, p.179-200, 1999.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997b. p. 411-429.

GONTIJO NETO, M. M. et al. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.60-66, 2006.

GORGEN, A. V. **Produtividade e qualidade da forragem de milho (Pennisetum glaucum (L.) R. Br) e de trigo mourisco (Fagopyrum esculentum. Moench) cultivado no Cerrado**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília – DF, 2013.

HENDRY, G. W.; KELLY, M. P. **The plant content of adobe bricks with note on adobe brick making**. California Historical Society Quarterly, dezembro, p. 5-17. 1925.

GRALAK, E.; MORAES, A. de; LUSTOSA, S. B. C.; MARTINICHEN, D.; GALBEIRO, S.; SILVA, G. T. da. Produção de forrageiras anuais de inverno sob densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 20, n. 1/2, p. 77-83, 2014. Disponível em:

<https://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/82/63>.

Acesso em: 5 dez. 2024.

GULWA, U.; MGUJULWA, N.; BEYENE, S. T. Benefícios do cultivo consorciado de gramíneas e leguminosas em sistemas pecuários. **Revista Africana de Pesquisa Agrícola**, v. 26, p. 1311-1319, 2018.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. 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, p. 331-340, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/PdFt5M6wTqcZp7FfbScJwcc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2024.

HERRERO, M. et al. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. U. K.: Longman Scientific and Technical, Longman Group, 1990. 203 p.

HØGH-JENSEN, H.; SCHJOERRING, J. K. Interactions between white clover and ryegrass contrasting nitrogen availability: N₂ fixation, N fertilizer recovery, N transfer and water use efficiency. **Plant and Soil**, v. 197, p. 187-199, 1997.

HOPPEN, Sarah Maria. **Avaliação estrutural, produtiva e nutricional de gramíneas de clima temperado em cultivo solteiro ou consorciado**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3171/5/Sarah_Hoppen_2017. Acesso em: 5 dez. 2024.

IBRAHIM, M.; AYUB, M.; MAQBOOL, M. M.; NADEEM, S. M.; UL HAQ, T.; HUSSAIN, S.; LAURIAULT, L. M. Componentes da produção de forragem de misturas de milho e leguminosas irrigadas em diferentes proporções de sementes. **Field Crops Research**, v. 169, p. 140-144, 2014.

INOUE, M. H. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000300003>. Acesso em: 6 ago. 2012.

INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Dados climatológicos de Pinhais-PR. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 24 jun. 2024.

JERMYN, W. A.; WRATT, G. S. **Ervilhas: gestão para qualidade**. Nova Zelândia: Agronomy Society of New Zealand, 1987.

KLEIN, V. A.; NAVARINI, L. L.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; COSTA, L. O. Trigo mourisco: uma planta de triplo propósito e uma opção para rotação de culturas em áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n. 117, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.: il. color. ISBN 85-7437-018-5.

KOSTULSKI, C.; LANDSKRON, G. R.; DALLA PORTA, F. S.; MEUS, L. D.; ALBERTO, C. M.; AZEVEDO, E. B. Irrigação suplementar em forrageiras de inverno em cultivo singular ou consórcio em terras baixas. Disponível em: https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/13650/seer_13650.pdf.

Acesso em: 5 dez. 2024.

LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. de (Orgs.). Indicações técnicas para a cultura da aveia: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. In: FEDERIZZI, L. C. et al. **Importância da cultura da aveia**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. p. 13-22.

LIEBMAN, M.; SUNDBERG, D. N. Seed mass affects the susceptibility of weed and crop species to phytotoxins extracted from red clover shoots. **Weed Science**, v. 54, n. 2, p. 340-345, 2006.

LIPISCH, R. Avaliação de plantas daninhas no contexto da integração lavoura-pecuária. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3173/5/Rafael_Lipsch_2017. Acesso em: 04 dez. 2024.

MABEDI, Francisca. **The effect of intercropping on the yield and quality of forage oats and peas**: a thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in Agricultural Science at Massey University, Palmerston North, New Zealand. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrícolas) – Massey University, Palmerston North, 2021.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

MARTINS, A. P. et al. **Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil**. 2. 34 ed. Porto Alegre: Boletim Técnico UFRGS, 102 p., 2015.

MAURINA, Sandro R. **Produção de aveia preta e azevém consorciados com trevo branco ou ervilhaca**. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11367/1/DV_COZOO_2017_1_11.pdf. Acesso em: 5 dez. 2024.

McKENZIE, B. A.; HAMPTON, J. G.; WHITE, J. G. H. et al. Annual crop production principles. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Eds.) **New Zealand pasture and crop science**. Oxford: Oxford University Press, 1999. p. 199-212.

MEIER, C.; MEIRA, D.; SOUZA, V. Q. de; SCHMIDT, D. Produção de matéria seca em diferentes combinações com forrageiras de inverno. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 4, n. 5, p. 144-151, 2017. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2449_1dda5b33efd5af7c277bab98b9b71b859.pdf. Acesso em: 5 dez. 2024.

MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELLEGRINI, J. B. R.; NETO, L. R.; DE OLIVEIRA, Z. B.; DE OLIVEIRA, M. B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, p. 230-239, 2019. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9872/pdf>. Acesso em: 21 set. 2024.

MOHAMED SALLEN, M. A.; FISHER, M. J. Role of ley farming in crop rotations in the tropics. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...** Rockhampton: 1993. p. 2179-2187.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 147-200.

MORI, C. de; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 26 p.
MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo de cereais de inverno de estação fria**: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste, triticale. Porto Alegre: NBS, 1983. 265p.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pensilvânia. **Proceedings...** Pensilvânia: State College, 1952. p. 1380-1395.

MUNDSTOCK, C. M.; GALLI, A. P. Efeito da densidade de semeadura da cultivar de aveia UFRGS 7. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 14., 1994, Porto Alegre. **Resultados Experimentais**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. p. 19-25.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-272.

NEWTON, S. D. **Produção de culturas na Nova Zelândia**. Massey University, Departamento de Agronomia, 1980.

OHNO, T.; DOOLAN, K. L. Effects of red clover decomposition on phytotoxicity of wild mustard seedling growth. **Applied Soil Ecology**, v. 16, n. 2, p. 187-192, 2001.

OLIVEIRA, R. et al. Efeito de consórcios de plantas na produtividade. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/bgtR98ykjfTfGPzsS9VwH4k/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 dez. 2024.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 917-923, 2008.

PALM, C.; BLANCO-CANQUI, H.; DECLERCK, F.; GATERE, L.; GRACE, P. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 187, p. 87–105, 2014.

PANIGATTI, J. L. Las rotaciones agrícolas con pasturas en la pampa húmeda de Argentina. **Revista INIA de Investigaciones Agronómicas**, v. 1, n. 2, p. 215-225, 1992.

PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. A Planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001.

PELLISSARI, A.; MENDONÇA, C. G.; LANG, C. R.; JUNIOR, A. A. B. Avanços no controle de plantas daninhas no sistema de integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA DO SUL DO BRASIL, 3., 2011, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: [s.n.], 2011.

PENNING DE VRIES, E. W. T.; JANSEN, D. M.; TEMBERGE, H. F. M.; BAKEMA, A. **Simulation of ecophysiological processes in several annual crops. Wageningen: PUDOC**, 1989. 271 p.

PEREIRA, J. M. Leguminosas forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: onde estamos? Para onde vamos? In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 109-147.

PEREIRA, J. O. F.; LEONEL, A. **Nabo Forrageiro - AL 1000: adubação verde para inverno**. CATI/DSMM - N.P.S, 1998.

QUINTARELLI, V., RADICETTI, E., ALLEVATO, E., STAZI, S. R., HAIDER, G., ABIDEEN, Z., BIBI, S., JAMAL, A., & MANCINELLI, R. (2022). Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. **Agriculture**, 12(12), 2076. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture12122076>. Acesso em: 03 dez. 2024

ROCHA, M.G.; QUADROS, F.L.F.; GLIENKE, C.L. et al. Avaliação de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1990-1999, 2007.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A. B. Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 459-467, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v28n3/a04v28n3.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.

ROSSETTO, C.; NAKAGAWA, J. Época de colheita e desenvolvimento vegetativo de aveia preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 731-736, 2001.

RYSCHAWY, J. et al. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, v. 6, p. 1722-1730, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731112000675>. Acesso em: 21 set. 2024.

SALTON, J. C. et al. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. C. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, p. 279-406, 1982.

SANDERSON, M. A. et al. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 28, p. 129-144, 2013.

SANTOS, et al. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pastagens**. 2024. (No prelo).

SANTOS, H. P. Espécies vegetais para sistema de produção no sul do Brasil. In: SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. p. 133-176. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/820422/rotacao-de-culturas-em-plantio-direto>. Acesso em: 18 set. 2024.

SCHIAVON, J. S.; BEVILAQUA, G. A. P.; ALBUQUERQUE, T. S.; PINHEIRO, R. A.; EBERHARDT, P. D. R.; ANTUNES, I. F. Avaliação de cultivares de ervilha de duplo propósito para diversificação de sistemas agrícolas ecológicos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 6, p. 3147-3164, out./dez. 2018.

SILVA, D. B.; GUERRA, A. F.; SILVA, A. C.; PÓVOA, J. S. R. **Avaliação de genótipos de mourisco na região do cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 16 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. P. B.; LACERDA, M. C. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e11101220008-1, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1136914/1/rsd-2021.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

TAVARES, A. R.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FAVERO, D.; BIAZUS, V.; REBECHI, I. A. Rendimento de forragem em consorciações de gramíneas anuais de inverno. In: MOSTRA GRADUAÇÃO, 2014, Passo Fundo. **Anais...** Acervo da Embrapa. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1018019>. Acesso em: 18 set. 2024.

TORRES, J. L. R., CUNHA, M. D. A., PEREIRA, M. G., & VIEIRA, D. M. D. S. (2014). Cultivo de feijão e milho em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Caatinga**,

27(4), 117-125. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237132753015>. Acesso em: 19 ago. 2024.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. Integração Lavoura-Pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 931-962.

WANG, J. et al. Grain yield and interspecific competition in an oat-common vetch intercropping system at varying sowing density. **Frontiers in Plant Science**, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2024.1344110/full>. Acesso em: 2 dez. 2024.

WELCH, R. W. Nutrient composition and nutritional quality of oats and comparisons with other cereal. In: WEBSTER, F. H.; WOOD, P. J. (Eds.). **Oats, Chemistry and technology**. Minnesota: St. Paul, 2011. p. 95-98.

WENDLER, P.; SIMONETTI, A. P. M. M. Uso de trigo mourisco sobre a germinação e desenvolvimento inicial de soja. Cascavel: **Cultivando o Saber Edição especial**, p. 122-131, 2016. Disponível em: https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/59300c9a54e80.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

WHITEHEAD, D. C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1995. 397 p.

WRIGHT, I. A. et al. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1010-1015, 2012.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, Edson Mauro. Competição entre espécies de plantas-uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

ZIECH, A. R. D., CONCEIÇÃO, P. C., LUCHESE, A. V., BALIN, N. M., CANDIOTTO, G., & GARMUS, T. G. (2015). Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hiberna na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50, 374-382. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/TFfLPFK6y744c5BqRWW3Rcz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 set. 2024.