

GUILHERME MOURA FERREIRA JÚLIO

**PRODUÇÃO E MANEJO DE CULTIVOS HIBERNAIS NA ZONA DA MATA
MINEIRA E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DO MILHO CULTIVADO EM
SUCESSÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel

Coorientadores: Raquel Santiago Barro
Francisco Cláudio L. de Freitas

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

.194p
2021

Julio, Guilherme Moura Ferreira, 1993-
Produção e manejo de cultivos hibernais na Zona da Mata
Mineira e seus efeitos na produtividade do milho cultivado em
sucessão / Guilherme Moura Ferreira Julio. – Viçosa, MG, 2021.
1 dissertação eletrônica (59 f.): il.

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2021.

Referências bibliográficas: f. 49-59.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.213>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Milho - Cultivo. 2. Pastejo rotativo. 3. Cultivos de
cobertura. 4. Produtividade agrícola. I. Pimentel, Leonardo
Duarte, 1979-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 633.15

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima Alves CRB6/2578

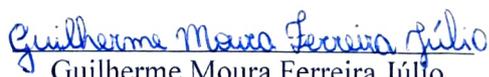
GUILHERME MOURA FERREIRA JÚLIO

**PRODUÇÃO E MANEJO DE CULTIVOS HIBERNAIS NA ZONA DA MATA
MINEIRA E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DO MILHO CULTIVADO EM
SUCESSÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de agosto de 2021.

Assentimento:


Guilherme Moura Ferreira Júlio
Autor


Leonardo Duarte Pimentel
Orientador

A minha mãe Aglaé Natália Moura Júlio (*in
memorian*) e ao meu pai Dijalma Ferreira
Julio, meu maior incentivador.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por me guiar na realização de mais uma etapa da minha vida.

Ao meu orientador Leonardo Duarte Pimentel pelo profissionalismo e incentivo para continuar os estudos da pós-graduação.

À minha coorientadora Raquel Santiago Barro que tenho grande admiração, por me capacitar para execução da pesquisa, pelos ensinamentos, conselhos, leveza que sempre conduziu nossos diálogos e pela amizade.

Ao meu co-orientador Professor Francisco pelos ensinamentos, paciência e contribuição na pesquisa.

Ao William de Souza Filho pela participação como membro da Banca Examinadora de Defesa do Mestrado e pelas contribuições ao trabalho.

Ao estagiário Mosar Henrique pela disposição, ajuda na condução e coleta do experimento à campo e apoio nas análises de laboratório.

Aos doutorandos do grupo MIPD Maria Carolina e Rodrigo na condução da minha pesquisa.

Ao Leonardo Jesus pela disponibilidade em poder ajudar sempre que solicitado.

Ao Adriano e demais técnicos de campo que não mediram esforços me auxiliando na condução do experimento.

Aos técnicos Mariana e Itamar pela ajuda na realização das análises de laboratório.

A meu pai Dijalma, minhas irmãs Adrielle e Silvânia, pelo carinho, compreensão e por sempre estarem do meu lado em todas as decisões tomadas.

Aos meus tios Magno, Flávia e Mônica pelo apoio e incentivo nos meus estudos desde a época da graduação.

Aos companheiros de república Diego, Fabiano, Edson e Ivan que me acolheram em Viçosa.

Ao João Paulo e Crislene Vieira amigos da graduação que tive o prazer de conviver novamente em Viçosa.

Aos amigos que conheci durante a pós-graduação Ralph, Samyra e João Augusto pela companhia e pelas longas conversas.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

JÚLIO, Guilherme Moura Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2021. **Produção e manejo de cultivos hibernais na Zona da Mata Mineira e seus efeitos na produtividade do milho cultivado em sucessão.** Orientador: Leonardo Duarte Pimentel. Coorientadores: Raquel Santiago Barro e Francisco Claudio Lima de Freitas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de espécies forrageiras anuais de inverno e o efeito de diferentes coberturas vegetais sobre a produtividade do milho cultivado em sucessão na região da Zona da Mata Mineira. Foram avaliados três cultivos hibernais: Aveia-branca (*Avena sativa L.*), azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) e trigo (*Triticum aestivum L.*), sob sistemas de semeadura direta. Com a aveia-branca e o azevém objetivou-se a obtenção de forragem de alta qualidade, aporte de fitomassa, em comparação com o cultivo do trigo como cultura alternativa e seus efeitos na produtividade do milho cultivado em sucessão. O estudo foi dividido em fase I: cultivos hibernais (azevém, aveia branca e trigo) e fase II: milho. Nas forrageiras de inverno, foi realizada simulação de pastejo usando como critério, a altura do dossel, utilizando o conceito do pastoreio rotatínuo. Na fase II, avaliou-se a produtividade de grãos e as relações com a fitossociologia de plantas daninhas da área em função das coberturas do solo. Os dados para cada variável foram analisados por meio da metodologia de modelos mistos, submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A partir dos dados analisados verificou-se que houve interação da massa de forragem de aveia branca x corte ($P < 0.0001$). Não houve diferença entre as espécies aveia-branca e azevém, quanto à massa de matéria seca de forragem acumulada de 6.733 kg ha^{-1} . Quanto à produção de fitomassa não verificou diferença das espécies azevém e aveia-branca foi de 8441 kg ha^{-1} . Os cultivos hibernais aveia-branca e azevém mostraram desempenho agrônomico satisfatórios para produção de fitomassa e aporte de resíduos. O trigo obteve uma produção de grãos esperada para a variedade, além de um aporte de resíduos semelhante as demais culturas de inverno. A análise das plantas daninhas no cultivo do milho com a sucessão das culturas de inverno aveia branca e azevém apresentaram maior redução da diversidade florística de plantas daninhas presentes na área e o azevém ainda foi mais eficiente no controle de plantas daninhas do gênero *Cyperus*. Os cultivos hibernais em estudo com sucessão à cultura do milho mostraram ser uma estratégia viável para implantação de sistema integrado de produção na região da Zona da Mata Mineira.

Palavras-chave: Pastoreio rotatínuo. Coberturas de inverno. Sistemas integrados de produção agropecuária.

ABSTRACT

JÚLIO, Guilherme Moura Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2021. **Yield and management of winter crops in the Zona da Mata Mineira region and its effects on maize crop cultivated in succession.** Adviser: Leonardo Duarte Pimentel. Co-advisers: Raquel Santiago Barro and Francisco Claudio Lima de Freitas.

The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of winter crops and its effects on crop productivity of maize cultivated in succession in the Zona da Mata Mineira Region. Three winter crops were evaluated: White oats (*Avena sativa* L.), ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) and wheat (*Triticum aestivum* L.), under no-tillage systems. With oats and ryegrass, the objective was the use of high quality forage, phytomass and organic elements to the soil, in comparison with the cultivation of wheat as an alternative crop and its effects on the productivity of corn cultivated in succession. The study was divided into phase I: winter crops (ryegrass, white oats and wheat) and phase II: corn. In winter forages, a simulation of grazing was carried out using the canopy height as a criterion, using the concept of Rotatinoous grazing. In phase II, the grain yield and the relationship with the phytosociology of the area were evaluated as a function of the treatments. Data for each variable were analyzed using the mixed model methodology, subjected to analysis of variance and compared by Tukey test at 5% probability. The analyzed data, it was verified that there was an interaction of white oat forage mass x cut ($P < 0.0001$). There was no significant difference between the two species of white oat and ryegrass ($P = 0.1558$), they obtained an accumulated forage mass of 6733 kg ha⁻¹. As for the phytomass production, there was no difference ($P = 0.1152$), the average phytomass produced for the ryegrass and white oat species was 8441 kg ha⁻¹. The winter crops white oat and ryegrass showed satisfactory agronomic performance for phytomass production and input of residues. Wheat had an expected grain production of 5581 kg ha⁻¹ for the variety, in addition to a residue input similar to other winter crops. The analysis of weeds in maize cultivation with the succession of winter crops, white oat and ryegrass, were the ones that most reduced the floristic diversity of weeds present in the area and ryegrass was even more efficient in controlling weeds of the genus *Cyperus*. The winter crops under this study with succession to the maize crop proved to be a viable strategy for the implementation of an integrated production system in the Zona da Mata Mineira region.

Keywords: Rotatinoous grazing. Cover crops. Integrated crop-livestock systems.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVO	12
1.2.1. Objetivo Geral	12
1.2.2. Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Sipa como estratégia de intensificação sustentável	14
2.2. Importância das pastagens e de seu manejo em SIPA	17
2.3. SIPA e a eficiência de uso de nutrientes	19
2.4. Dinâmica da nutrição nitrogenada em SIPA	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Fase I – Forrageiras anuais de inverno	22
3.2. Fase II – Milho	24
3.3.1. Altura	25
3.3.2. Massa de forragem e fitomassa acumulada	25
3.3.3. Determinação do acúmulo dos nutrientes	26
3.4 Avaliações da lavoura milho (Fase II)	28
3.4.1 Altura, densidade de plantas e produtividade de grãos	28
3.4.2. Avaliações fitossociológicas e manejo de plantas daninhas	28
3.5. Análises estatísticas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Massa de forragem	30
4.2. Massa de forragem acumulada	32
4.3. Produção de Fitomassa	33
4.4. Produtividade do trigo	34
4.5. Aporte de resíduos na superfície do solo	34
4.6. Determinação do acúmulo dos nutrientes	36
4.6.1. Teor de N	36
4.6.2. Curva de diluição de nitrogênio	37
4.7. Avaliação fitossociológica das plantas daninhas	40
4.8. Produtividade do milho	47
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) foram reconhecidos como a melhor alternativa à intensificação sustentável da agricultura (FAO, 2010), pois atendem o desafio de aumentar a produção de alimentos em áreas agrícolas existentes, garantindo segurança alimentar e com baixo impacto ao ambiente (GARNETT et al., 2013; GADANASKIS et al., 2015).

A utilização de SIPA na Região da Zona da Mata mineira pode ser uma alternativa para reduzir impactos ambientais provocados pelo manejo inadequado do solo para a produção de alimentos. Com isso, a pesquisa agrônômica necessita identificar a combinação de cultivos graníferos e forrageiros, adaptados às condições edafoclimáticas (LEMAIRE et al., 2014) para otimizar os sinergismos dos sistemas integrados de produção agropecuária. É importante ressaltar o papel da Extensão Agropecuária em conscientizar os produtores rurais, no sentido de adotarem práticas sustentáveis de sistemas de produção intensivos que sejam capazes de melhorar a qualidade do solo, promover a intensificação de atividades na propriedade e uma maximização da produção por área (KLUTHCOUSKI et al., 2015, CORDEIRO et al., 2015).

A Zona da Mata Mineira tem sua economia voltada para agricultura familiar e a pecuária leiteira, além da produção de culturas de grãos como café, milho e feijão (VIANA et al., 2010). A região da Zona da Mata é considerada a terceira mesorregião mais especializada e tradicional em produção de leite do Estado de Minas Gerais, ficando atrás apenas das regiões Sul/Sudoeste e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (SILVA & SILVA, 2013). A produção leiteira possui como base alimentar na utilização da silagem de milho sendo considerada uma cultura padrão, embora existam várias plantas forrageiras, anuais e perenes, que podem ser utilizadas neste processo no Brasil (SILVA et al., 2018). A maioria dos agroecossistemas da região apresenta baixa produtividade, principalmente devido à remoção da cobertura vegetal de Mata Atlântica para a substituição por plantações de café, ou lavouras de milho para ensilagem com uso intensivo do solo, sem trabalhos de conservação do solo. Conseqüentemente o uso de práticas não adaptadas ao ambiente causou desmatamentos, erosão e exportação de nutrientes pelas colheitas sucessivas de milho silagem, provocando a degradação ambiental na região (FRANCO, 1995; FERRARI, 1996).

Nesse sentido, a intensificação de cultivos no período hibernar e aporte de resíduos vegetais ao solo pode representar uma oportunidade de inclusão de diferentes espécies

vegetais no sistema produtivo de grãos. Segundo Bayer (2011), no entanto, esta inclusão ainda é restrita por questões econômicas, que limitam os cultivos aos que têm maior aceitação no mercado internacional. No sul do Brasil, as principais opções são aquelas que não interferem no ciclo de cultivo comercial de grãos de primavera-verão, nos quais também é importante está atento a possibilidade do uso de cultivos hibernais em diversas regiões do país buscando entender a dinâmica da produção com a variabilidade climática.

Quando bem manejados, alguns cultivos de cobertura permitem uma utilização múltipla: como forragem para os animais da propriedade, como adubo verde e, como palhada para a cultura subsequente. É importante acrescentar que diferentes tipos de cobertura vegetal, implicam em distintos acréscimos de fitomassa, matéria orgânica e ciclagem de nutrientes no solo, devido às taxas de decomposição da matéria seca, o que implica em maior sustentabilidade e a manutenção da estabilidade do sistema (CRUSCIOL & BORGHI, 2007; MACEDO, 2009).

A integração de lavouras em sistemas de sucessão com pastagens de inverno é uma prática bem frequente na região Sul do Brasil. No entanto, o clima da região Sul do Brasil apresenta características de clima temperado, sendo considerado privilegiado no que diz respeito ao regime anual de precipitação, cuja média varia de 1.250 mm a 2.000 mm. A distribuição de chuvas é uniforme durante todo o ano, apresenta as estações do ano bem definidas com verões quentes e invernos rigorosos com presença de alta umidade (NERY, 2005).

Em contraste com o Sul, a região da Zona da Mata Mineira caracteriza-se por ser de clima subtropical, apresentando verão quente e chuvoso com inverno frio e seco, definida por Koppen como clima Cwa. A precipitação média anual situa-se ao redor de 1500 mm, distribuídos de forma irregular, e somente 13% desse total ocorre durante os meses de maio a setembro, considerado como o período da seca.

No Brasil, o cultivo de grãos como o milho é realizado durante todo ano, porém é frequente a prática do plantio sucessivo do grão para ensilagem em monocultivo, em consórcios com espécies forrageiras anuais verão como as braquiárias ou em sucessão com a cultura do feijão das secas. Neste contexto, a busca de espécies alternativas para compor sistemas de produção é de fundamental importância, principalmente, para serem semeados no período da safrinha, onde nesta época extensas áreas ficam em pousio, melhorando a renda do produtor, contribuindo também para o estabelecimento de rotação de cultura com a soja e milho semeados no verão.

No Sul, durante a estação do verão geralmente a rotação de culturas é realizada com os cultivos anuais de (milho e soja) e no inverno (trigo, aveia e azevém) sob sistema de semeadura direta (SILVA et al., 2007). Contudo, por se tratar de culturas de inverno, mais comumente utilizadas em outras regiões do país que apresenta variação na condição climática, é de suma importância ressaltar a necessidade do uso da irrigação suplementar para alcançar um pleno desenvolvimento durante o ciclo de cada cultivo.

A implantação de sistemas integrados com o uso de forrageiras anuais de inverno na região do presente estudo, é uma prática que visa estabelecer um manejo que não compromete a sustentabilidade do solo, garante melhorias na rentabilidade da propriedade, fornece alimento aos animais, renova a matéria orgânica, proporciona cobertura do solo, recupera pastagens degradadas, promove elevada velocidade de ciclagem de nutrientes, exerce um controle em plantas daninhas e doenças (ASSMANN et al., 2004).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é o estudo de cultivos hibernais, com multipropósito, na Zona da Mata Mineira, como alternativas de intensificação na produção de alimentos. Adicionalmente, pretende-se relacionar eventuais efeitos dos cultivos hibernais com a produtividade da cultura do milho, em um sistema de sucessão e sobre a comunidade de plantas daninhas infestantes.

1.1. HIPÓTESE DO TRABALHO

A utilização de cultivos hibernais no período na entressafra dos cultivos de maior interesse comercial da Zona da Mata Mineira, promoverá uma intensificação na produção de alimentos, pois produzirá forragem de baixo custo e com excelente qualidade no período do ano de maior déficit alimentar, além de possibilitar aporte de fitomassa para cobertura do solo, que permitirá incrementos da produtividade do milho cultivado em sucessão.

1.2 OBJETIVO

1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico de espécies forrageiras anuais de inverno utilizadas com a finalidade múltipla (além de obtenção de forragem de alta qualidade e aporte de fitomassa), em comparação com o cultivo do trigo.

Adicionalmente objetivou-se avaliar possíveis efeitos destes cultivos sobre a produtividade da cultura do milho, cultivada em sucessão.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Avaliar o desempenho agrônômico (produção de forragem, produção de resíduo para cobertura do solo) em sistema de semeadura direta de duas forrageiras anuais de crescimento hibernal na Zona da Mata Mineira.

2. Avaliar o potencial das forrageiras de inverno (aveia-branca e azevém) do ponto de vista produtivo, comparando com o cultivo do trigo, como cultivo alternativo.

3. Estudar a dinâmica do nitrogênio na biomassa das duas forrageiras ao longo de uma estação de crescimento, para auxiliar no entendimento da eficiência de uso de nutrientes em SIPA;

4. Avaliar o potencial de controle de plantas daninhas nas diferentes coberturas de solo ao longo do seu ciclo de desenvolvimento, bem como na cultura de verão (milho).

5. Avaliar a influência dos diferentes cultivos hibernais na produtividade da cultura do milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sipa como estratégia de intensificação sustentável

O crescimento da população mundial tem sofrido constante aumento nos últimos anos, o planeta possui mais de 7 bilhões de habitantes e em 2050 passará para mais de 9 bilhões (ONU, 2011). Uma alternativa para suprir esta demanda da população por alimentos está na utilização de sistemas integrados de produção que visam aumentar as atividades por área promovendo uma maximização da produção de alimentos, baseada em princípios de uma agricultura sustentável que promova a conservação ambiental (MACEDO, 2009), seja economicamente viável e socialmente responsável (FAO, 2014).

Os SIPA estão se tornando cada vez mais estudados, devido ao surgimento de problemas relacionados aos cultivos de colheitas sucessivas. Dentre esses problemas, os principais são a compactação, erosão, diminuição da matéria orgânica do solo e da produtividade das culturas, conseqüentemente aumentando os custos de produção e promovendo a degradação de recursos naturais como solo e água (TREVISAN et al., 2017).

No Brasil, a adoção destes sistemas sustentáveis já é uma realidade e sua área corresponde a aproximadamente 11,5 milhões de hectares (ha), com perspectivas para que esse número aumente nos próximos anos. Os estados com maior área de adoção são Mato Grosso do Sul (2 milhões de ha); Mato Grosso (1,5 milhão de ha); Rio Grande do Sul (1,4 milhão de ha); Minas Gerais (1 milhão de ha) e Santa Catarina (680 mil ha), conforme dados da (EMBRAPA, 2016).

Os SIPA são caracterizados pelo planejamento sistêmico da realidade das propriedades, visa a diversificação e a integração da atividade agropecuária para promover interações ecológicas, ou seja o sinergismo entre os diferentes componentes do sistema produtivo (solo, planta, animal e atmosfera), otimizando os recursos disponíveis no agroecossistema, na infraestrutura da propriedade, com uso e manejo adequado solo, aproveitamento a radiação solar (SOARES et al., 2015), extraindo o máximo potencial da produção agropecuária no local de forma ambientalmente sustentável e ocasionando maior eficiência na ciclagem de nutrientes (LEMAIRE et al. 2014).

Os princípios funcionais dos SIPA baseiam-se na recomendação de práticas agronômicas a serem utilizadas a longo prazo, para se atingir o sucesso produtivo e ambiental nesses sistemas. As recomendações de práticas que devem ser adotadas são: o manejo correto das pastagens, ajuste de carga animal em pastejo para assegurar a manutenção das estruturas

dos pastos, extensão dos períodos referentes aos ciclos das culturas e da pastagem, agricultura conservacionista, diversificação e rotação de culturas do sistema produtivo e manejo da adubação em SIPA. A união das práticas de manejo citadas, resulta no conceito de um sistema único que visa suplantar o dilema produção “versus” conservação (MORAES et al., 2018).

A adoção de SIPA tem como vantagem a eficiência no uso dos recursos naturais, ciclagem de nutrientes e melhoria e manutenção das características químicas, físicas e biológicas do solo (SALTON et al., 2014), reduzem os custos de produção (RYSCHAWY et al., 2012), mantém os níveis de produtividade elevados (BALBINOT JR et al., 2009), diversificam a renda do produtor (FRANZLUEBBERS et al., 2014) e produzem inúmeros serviços ecossistêmicos (SANDERSON et al., 2013).

Os principais benefícios gerados por sistemas integrados de produção são: o uso mais eficiente dos insumos agrícolas, diminuição dos impactos no ambiente, aumento nos níveis de produção animal e vegetal, gerando maior rentabilidade ao sistema; diminuição do risco agrícola pela maior estabilidade das culturas; maior controle sobre as plantas daninhas e possibilidade de quebra do ciclo das pragas e doenças pela diversificação, e geração de maior interesse no uso de culturas de inverno (MORAES et al., 2002; CARVALHO et al., 2006).

Além dos benefícios relacionados com o âmbito social, destacam-se a fixação e maior inserção social pela geração de emprego e renda do campo, o aumento da oferta de alimentos de qualidade, o estímulo à qualificação profissional, a melhoria da qualidade de vida do produtor e de sua família e o estímulo à participação da sociedade civil organizada (BALBINO et al., 2011).

A fundamentação básica dos sistemas integrados de produção caracteriza-se pela utilização do sistema plantio direto (SPD) técnica bastante difundida no manejo conservacionista do solo. Entretanto, muitas vezes a tecnologia é executada de forma errônea por produtores rurais, pois as premissas que o sistema é baseado são ignoradas, sendo o uso de plantas de coberturas e rotação de culturas, essenciais para a manutenção de restos culturais, proteção do solo no controle a erosão, conservação da fertilidade e a umidade do solo (ROMAN & DIDONET, 1990; PECHE FILHO, 2005; PIRES, et al., 2008). Segundo Alvarenga et al. (2001), no sistema de plantio direto na palha 6 t ha⁻¹ de resíduos é considerado uma quantidade adequada para ser aportada anualmente na superfície do solo, com os quais se consegue uma boa cobertura do solo. Contudo, a quantidade de resíduos deixados na superfície do solo pode variar conforme a cultura, a região e as condições

edafoclimáticas, em função das facilidades ou dificuldades de produção de fitomassa ou da taxa de decomposição.

A rotação de culturas e a manutenção de resíduos vegetais sobre o solo no SPD promovem aumento da atividade biológica (HERNANI et al., 1995), aumentam a capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de matéria orgânica, P e K nas camadas superficiais do solo (BAYER & MIELNICZUK, 1997; CASTRO FILHO et al., 1998; SANTOS & TOMM, 2003), bem como melhora a disponibilidade de nutrientes (ELTZ et al., 1989), altera os valores de pH e diminui a saturação por alumínio (SIDIRAS e PAVAN, 1985).

No Brasil o consórcio mais comumente adotado é o de milho (*Zea mays L.*) e feijão, principalmente por pequenos agricultores que buscam diminuir os riscos de insucessos na lavoura, ampliar a renda, aproveitar melhor a mão de obra e a área, além de oferecer à família fonte variada de alimento (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Contudo, outra modalidade é a integração lavoura-pecuária, com a produção consorciada de culturas anuais com forrageiras tropicais em sistema de plantio direto, em áreas de lavoura que tem objetivado produzir forragem na entressafra e/ou palhada para o sistema plantio direto no ano agrícola subsequente (COBUCCI, 2007). Na região da Zona da Mata Mineira, tradicionalmente é realizado a implantação do cultivo do milho consorciado com forrageiras tropicais do gênero *Brachiaria*, que tem seu destaque pela rusticidade, adequado valor nutritivo, tolerância a seca e utilização pelos pecuaristas (SANTOS et al., 2008).

A implantação de gramíneas anuais de inverno como o trigo (*Triticum aestivum*), aveia-branca (*Avena sativa*), aveia-preta (*A. strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) é uma alternativa eficiente para prolongar o tempo de pastejo, produz uma forragem de alta qualidade nutricional, capaz sanar a falta de alimentos para produção animal na época do outono/inverno período crítico para a pecuária na região e formação de cobertura do solo para o cultivo subsequente (PELLEGRINI et al., 2010).

No entanto, gramíneas de inverno são muito sensíveis às condições climáticas, principalmente a precipitação. A falta de precipitação no período logo após o plantio (maio e junho), interfere fortemente no desenvolvimento inicial das plântulas e leva a uma baixa produtividade de todas as espécies (GRECCO et al., 2012), com isso é importante salientar que de acordo com as condições climáticas da região de plantio é necessário o uso de irrigação suplementar.

A pastagem de estação fria com o uso da adubação nitrogenada de forma correta tem como resposta maiores rendimento da forragem, eleva sua capacidade de suporte e a

produtividade animal, permite melhor aproveitamento dos nutrientes e a partir da decomposição da palhada tornam-se disponíveis para culturas de grãos em rotação contribuindo com a sustentabilidade do sistema de produção (SOARES & RESTLE, 2002; BORKET et al., 2003; DIFANTE et al., 2006).

2.2. Importância das pastagens e de seu manejo em SIPA

As pastagens possuem papel de suma importância na constituição dos sistemas integrados de produção agrícola devido à sua característica de multifuncionalidade com capacidade de prestar vários serviços ambientais e ecossistêmicos como a prevenção da erosão do solo e aumento da diversidade (KEMP & MICHALK, 2007). Desta forma, o manejo do pastoreio é o elo entre a produção e a realização de tais serviços (BOVAL & DIXON, 2012; KEMP & MICHALK, 2007), pois o processo de intensificação sustentável dependerá da manutenção e melhoria das condições de sustentabilidade e resiliência dos ambientes de produção frente ao desafio da produção em longo prazo.

As pastagens são fundamentais para regulação dos processos relacionados à atmosfera e aos ecossistemas, contribui com a preservação da biodiversidade por meio do aumento da diversidade de espécies e da maior complexidade das redes tróficas nos diferentes graus de escala dos habitats (LEMAIRE et al., 2014). Moraes et al. (2014) afirmam que o sucesso para ocorrência desses processos depende do manejo adequado dos animais em pastejo, para isso é importante definir qual intensidade de pastejo ideal para que não prejudique os demais serviços.

Segundo Carvalho et al. (2006), a intensidade de pastejo é a principal variável a ser controlada em sistema de integração lavoura-pecuária, pois determinará os ganhos de produção animal no inverno e até mesmo as condições de solo e de palhada que irão interferir na fase agrícola. Além disso, o tempo de permanência dos animais nas pastagens é fator determinante da rentabilidade do sistema.

O método do pastoreio “Rotatínuo”, é uma filosofia de manejo da pastagem baseada no comportamento ingestivo dos animais, ou seja, priorizando a maximização da taxa de ingestão de massa de forragem. A melhor otimização da taxa de ingestão dos animais é definida com base em estudos que definem a altura ideal de entrada e saída dos piquetes (CARVALHO, 2013).

Segundo Mezzalira et al. (2014), a altura de entrada nas pastagens e a proporção removida pelo pastejo é o que determinam o sucesso da maior taxa de ingestão dos animais. No pastoreio rotatínuo, a altura de entrada varia conforme a espécie forrageira e altura de saída é 40% de rebaixamento da altura inicial independente da forrageira do piquete em ocupação, a redução da taxa de ingestão decresce linearmente a partir do aumento desta proporção da altura inicial (MEZZALIRA et al., 2014).

De acordo com Schons (2015), houve maior produção total de forragem, massa de forragem colhida, ganho médio diário e ganho de peso vivo em experimento com pastagem de azevém comparando duas estratégias de manejo do pastoreio rotativo, uma considerada como manejo “rotativo clássico”, com maior aproveitamento do pasto e outra como “rotatínuo” considerando como meta o consumo de apenas 40% da altura de entrada no piquete. Carvalho (2013), postula que o Pastoreio Rotatínuo é capaz de promover os melhores ganhos em produtividade e garantir o melhor equilíbrio para a potencialização da capacidade multifuncional das pastagens.

As pastagens em sistema de integração lavoura-pecuária, ainda podem liberar diversos nutrientes durante seu processo de crescimento, desenvolvimento e decomposição da palhada e interferir de forma direta na emergência e crescimento de plantas daninhas. O cultivo permanente na área, com culturas de valor comercial ou para cobertura do solo como, trigo, azevém, aveia-branca e aveia-preta é importante, pois garante a obtenção de receita, além de apresentar efeitos na supressão de plantas daninhas e modificar a composição da população infestante (RIZZARDI & SILVA, 2006).

As forrageiras de inverno trigo, aveia-branca e azevém são espécies agressivas, semeadas com espaçamento muito densos, crescimento rápido e tem alta capacidade competitiva, que favorece a redução de plantas daninhas menos competitivas, mas que são de difícil controle com herbicidas quando na área de cultivo estão em estágio de desenvolvimento avançado (MACHADO et al., 2008). A utilização de práticas como o uso plantas de cobertura durante o período de entressafra (outono/inverno), dessecação na fase inicial de desenvolvimento das plantas daninhas e rotação de ingrediente ativo de herbicidas, são de suma importância para o manejo de buva (*Conyza bonariensis*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*) espécies resistentes ao glyphosate (VARGAS et al., 2007; ZOBIOLE et al., 2016).

A redução da emergência e estabelecimento de plantas daninhas na área, provocada pela presença da cobertura vegetal e a manutenção de restos vegetais na superfície do solo,

ocorre devido ao impedimento físico e também ao efeito químico e/ou alelopático (LAMEGO et al., 2013).

Na fase de desenvolvimento vegetativo das culturas de inverno durante sua coexistência com as espécies daninhas, ocorre redução da infestação de plantas daninhas devido a efeitos de competição, ocupação e fechamento das entrelinhas e alelopatia (RADOSEVICH et al., 1997). Após a dessecação das espécies cultivadas, a cobertura morta sobre a superfície do solo dificulta a emergência de várias espécies daninhas, devido ao sombreamento e conseqüentemente redução da amplitude termica do solo (SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001).

A palha em decomposição, através da liberação de substâncias orgânicas, exerce efeito alelopático atuando como herbicida natural ao longo do tempo, reduz o banco de sementes presentes no solo, a emergência e/ou crescimento da população de plantas daninhas e a necessidade de aplicação de herbicidas (TREZZI & VIDAL, 2004; VOLL et al., 2013).

2.3. SIPA e a eficiência de uso de nutrientes

Os SIPA tem como um dos principais objetivos a maior eficiência de utilização dos nutrientes aplicados no sistema, pois reduz a dependência de insumos externos e conseqüentemente, as flutuações de mercado, transformando em um sistema com maior auto suficiência (FRANZLUEBBERS, 2007; GARRETT et al., 2017). A ciclagem de nutrientes é apresentada como um processo essencial para caracterizar os sistemas integrados (ANGHINONI et al., 2013), o que é reconhecido pelo meio científico por reportar a eficiência de tais sistemas na ciclagem de nutrientes e energia (ENTZ et al., 2005) e na sua sustentabilidade e resiliência (LEMAIRE et al., 2014).

Sandini et al. (2011) constatou que a adubação nitrogenada durante o inverno na pastagem, houve efeito residual do nitrogênio associado com o efeito da ciclagem de nutriente promovida pelo pastejo, possibilitando maior aproveitamento do nutriente aplicado e influenciou a produtividade de grãos da cultura do milho no verão

Sartor (2012) observou que a adubação nitrogenada aplicada na pastagem no inverno possibilita aumentos de rendimento da pastagem, rendimento de grãos de milho e nos teores de proteína bruta no grão, caracterizando efeito residual do nitrogênio para a cultura sucessora.

Além disso, a realização de práticas sustentáveis nas propriedades rurais terá como benefícios a manutenção da qualidade do solo, ciclagem de nutrientes, uso eficientes de insumos, aumento da produtividade das lavouras e da produção de forragem como alternativa para pastejo no inverno.

2.4. Dinâmica da nutrição nitrogenada em SIPA

Com o avanço do estágio de maturação das plantas, ocorre um declínio na necessidade de nitrogênio requerida para o aumento da biomassa da parte aérea, esse fator está relacionado com o maior acúmulo da proporção de materiais estruturais e tecidos de reserva, que apresentam menor % N em comparação com tecidos fotossintéticos; além da redução na relação folha: caule que ocorre conforme a planta cresce (LEMAIRE et al. 1992).

De acordo com o modelo desenvolvido por Lemaire (1997) o teor de nitrogênio na planta pode ser relacionado ao acúmulo de massa seca. A partir desse modelo é possível realizar um diagnóstico do status nutricional de forrageiras e verificar se as culturas estão adequadamente nutridas quanto ao fornecimento e absorção de N para não afetar seu desempenho na produção de biomassa.

Segundo Lemaire (1997), quando os teores de N estiverem sobre ou acima da curva de diluição calculada para a espécie, a planta está bem suprida e pode estar tendo consumo de “luxo” e o nitrogênio não é limitante ao crescimento, quando o estiver abaixo da curva, os teores de N são considerados limitantes às plantas (Figura 1).

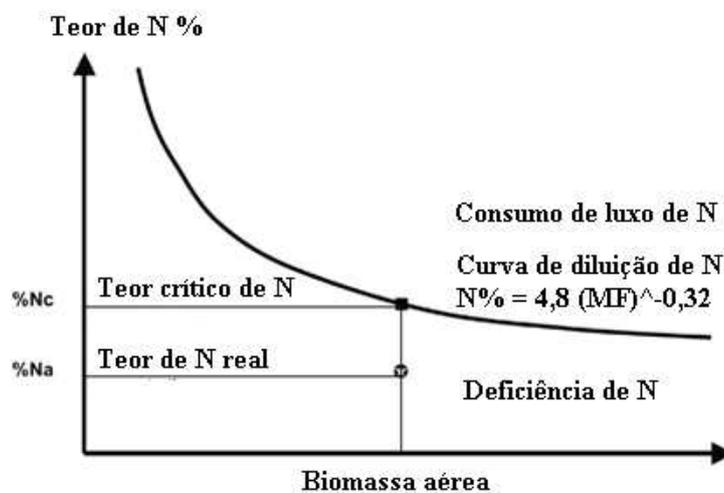


Figura 1. A curva de diluição de nitrogênio (N) e a determinação dos níveis críticos de N, proposta por Lemaire et al. (2019). Adaptado e traduzido pelo autor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2020/2021 na UEPE – Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Viçosa, denominada “Horta Nova”, situada no distrito de São José do Triunfo, município de Viçosa – MG, coordenadas geográficas 20°45'45.3"S e 42°49'23.9"W e altitude 661m. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como clima subtropical com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Cwa) com precipitação média anual de 1229 mm.

Os dados meteorológicos referentes ao período experimental (precipitação, temperatura e umidade mínimas e máximas), foram obtidos pela estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada no *campus* da UFV, conforme a figura 2.

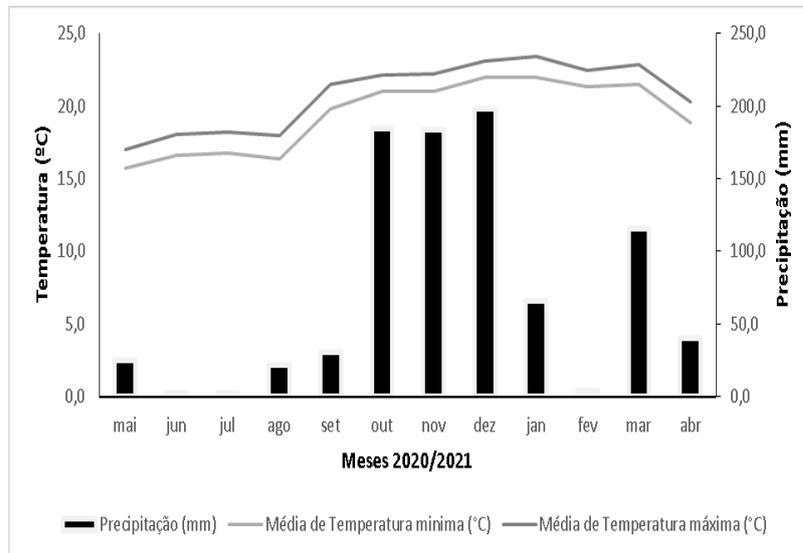


Figura 2. Dados meteorológicos observados durante o período experimental (maio/2020 a abril/2021) no município de Viçosa – MG. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021).

A área experimental foi utilizada para a produção e experimentação com hortaliças há pelo menos 30 anos e já vinha sendo conduzida sob sistemas de semeadura direta com a cultura do milho e soja para produção de grãos há pelo menos três anos. No inverno anterior havia sido cultivada com uma mistura de forrageiras: aveia-preta (*Avena strigosa*), trevo-branco (*Trifolium repens*) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). Logo em seguida, no verão houve a primeira semeadura do milho (*Zea Mays*) com colheita em abril de 2020.

A dessecação da área, após a colheita do milho, foi realizada no dia 28/04/2020, com a aplicação de glyphosate na dose 1,44 L ha⁻¹ do e.a e de 2,4 D na dose de 0,670 L ha⁻¹ e.a.

Previamente à instalação do experimento (em 05/05/2020) foi realizada uma coleta de amostras de solo para análise química. A amostragem foi efetuada na profundidade de 0-20 cm, em quatro pontos amostrais da área experimental, formando uma amostra composta, a qual foi encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante, no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa/MG. Os resultados da análise de solo da área experimental estão apresentados na (Tabela 1). A análise granulométrica apresentou os valores de 55% argila, 28% areia e 17% silte.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm antes da semeadura das culturas de inverno.

pH	MO	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
H ₂ O	Dag g ⁻¹	...mg dm ⁻³cmol _c dm ³						%
5,71	32,8	50,0	117	3,48	0,62	0,00	3,90	4,40	8,30	53,0

Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante. UFV. Metodologias: M.O. C.Org x 1,724 -Walkley-Black; P e K Extrator de Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis Extrator KCl 1 mol L⁻¹.

3.1. Fase I – Forrageiras anuais de inverno

A área total do experimento foi de 0,3 ha, divididos em 12 unidades experimentais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições de campo. Os tratamentos foram formados por três cultivos hibernais: aveia-branca cv. URS TAURA, azevém cv. BRS Ponteio e trigo cv. BRS 264, sob sistema de semeadura direta, como apresentado na Figura 3.

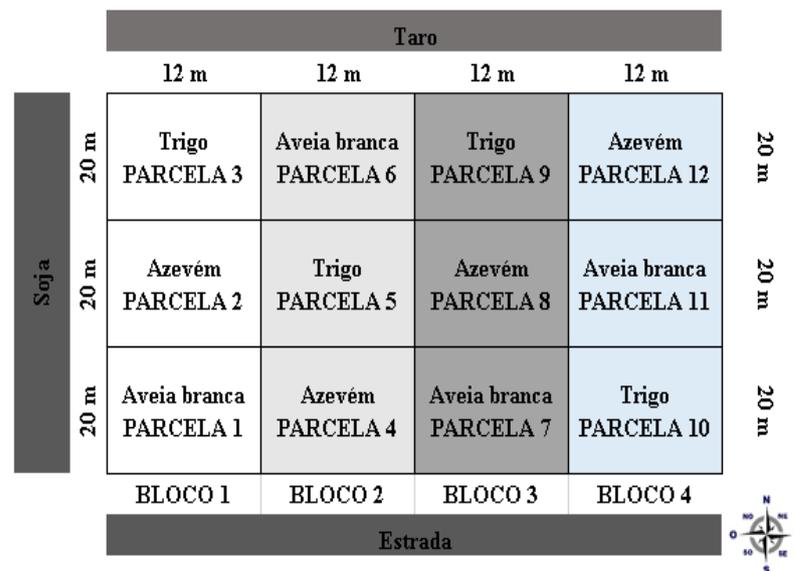


Figura 3. Croqui do experimento com a disposição dos tratamentos na fase I, com os cultivos aveia-branca (*Avena sativa* L), azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e trigo (*Triticum aestivum* L). Viçosa - MG, 2020.

O presente trabalho é composto pelos cultivos em 2020 e 2021, denominados de fase I: cultivos hibernais (azevém, aveia branca e trigo) e fase II: milho.

A semeadura das forrageiras ocorreu em 21/05/2020 de forma mecanizada, com espaçamento de 0,25 m entre linhas e a densidade de semeadura para cada espécie foi realizada em quantidades equivalentes a 120 kg ha⁻¹ de sementes de trigo, 80 Kg ha⁻¹ de sementes de aveia branca e 40 Kg ha⁻¹ de sementes de Azevém. A profundidade da deposição das sementes variou entre 1 e 3 cm conforme a espécie. Na adubação de plantio foram utilizados 444 kg ha⁻¹ superfosfato simples na linha de semeadura.

A adubação de cobertura nos cultivos de inverno foi executada em dose única dia 17/06/2020 com aplicação de 70 Kg ha⁻¹ de ureia e 35 Kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. A irrigação na área experimental foi realizada nos três cultivos de hibernais com uma lâmina fixa de 15 mm de água aplicada quinzenalmente, por meio de aspersão. Não houve necessidade de controle de pragas e doenças na fase pastagem.

Para que haja um bom aproveitamento da forrageira é importante que o manejo da pastagem seja moderado. Carvalho et al. (2013) propôs uma inovação no manejo do pastejo “Pastoreio Rotatínuo” que é a combinação do pastoreio rotativo com o contínuo, pois, as práticas de manejo e a estrutura do pasto são semelhantes ao pastoreio contínuo, com intensidade de pastejo moderada. Nesse manejo do pastoreio busca a máxima taxa de ingestão do animal de forma contínua, ao longo do período de ocupação possibilitando maior

eficiência do animal e da planta, favorecendo o melhor consumo e rebrotes mais acelerados do pasto.

O manejo das forrageiras foi realizado utilizando metas de altura como critério para definição do momento de corte seguindo a filosofia do pastoreio Rotatínuo (CARVALHO, 2013). A altura de entrada nas pastagens e a proporção removida pelo pastejo é o que determinam o sucesso da alta taxa de ingestão dos animais (MEZZALIRA et al., 2010).

Eidt (2015) verificou que o método de pastoreio rotatínuo possibilita uma adequada eficiência de colheita, sem comprometer o potencial de regeneração do pasto, possibilitando uma taxa de acúmulo diária de matéria seca superior que a do pastejo rotativo e também possibilitando uma qualidade maior de forragem.

A simulação do pastejo foi executada no período do dia 25/06/2020 a 06/10/2020, quando alcançado a meta de altura (20 e 30 cm para azevém e aveia branca, respectivamente), com o rebaixamento de 40% da altura do dossel das pastagens e auxílio de uma roçadeira costal motorizada. Durante o ciclo de pastejo das espécies forrageiras aveia branca e azevém foram realizados seis cortes para ambas as culturas. O material vegetal foi deixado sobre a superfície do solo foram conduzidas para formação de palhada e posterior dessecação.

A quantidade de matéria seca da palhada deixada na superfície do solo foi determinada pela coleta de quatro amostras de palha retidas dentro de 1m² de cada unidade experimental, com a utilização de um quadrado metálico vazado com área de 0,25 m² (0,5 x 0,5m), lançado ao acaso. As amostras da matéria seca da palhada foram levadas à estufa a 60° C, por 72 horas e posteriormente pesadas e para determinação da massa de matéria seca expressa em Kg de matéria seca (MS) por hectare.

A produtividade de grãos do trigo foi estimada a partir da coleta de 3 amostras em 2 linhas de semeadura, de 3 metros de comprimento, em cada unidade experimental. As amostras, posteriormente foram secas a pleno sol, trilhadas para posterior pesagem e determinação da produtividade em Kg ha⁻¹, com a correção para 130 g kg⁻¹ de teor de água (b.u.).

3.2. Fase II – Milho

Antes de semear o milho realizou-se a dessecação da área com a aplicação de 2,4 D na dose 0,670 L ha⁻¹ do e.a e glyphosate na dose 1,8 L ha⁻¹ do e.a.

A semeadura direta do cultivar de milho K7330VIP3 híbrido hiperprecoce, foi executada em 21/10/2020, sobre as culturas de inverno. O espaçamento utilizado foi de 0,8 m

entre linhas, com 7 sementes por metro linear com uso de semeadora de fluxo contínuo com disco de corte para semeadura sobre a palhada das culturas de inverno presentes na área anteriormente. A adubação de base de 300 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 para cultura do milho.

No dia 12/11/2020 realizou aplicação dos herbicidas atrazine (2,5 Kg ha⁻¹ i.a), Sanson (60 g ha⁻¹ i.a) e óleo mineral (0,3% da calda) com intuito de controlar as plantas daninhas que estavam infestando a área.

A adubação nitrogenada cobertura no milho foi realizada em 30/11/2020, em uma única aplicação de 300 kg de N ha⁻¹, usando ureia quando o milho se encontrava no estágio V5.

3.3. Avaliações dos cultivos hibernais

3.3.1. Altura

A altura do pasto foi determinada por meio de um bastão graduado “sward stick” (BARTHAM, 1985), cujo marcador corre por uma “régua” até tocar a primeira lâmina foliar, procedendo-se então à leitura da altura. O monitoramento foi realizado em intervalos de 15 dias, aproximadamente. A leitura dos valores da altura do pré-pastejo e pós-pastejo foi realizada em 20 pontos por unidade experimental, com caminhar em zig zag, a fim de definir a altura média do pasto (altura entre o solo e o ápice das folhas).

3.3.2. Massa de forragem e fitomassa acumulada

A massa de forragem é quantidade de forragem produzida por unidade área, acima de determinada altura de corte das espécies forrageiras. Essa variável é de suma importância do ponto de vista para o manejo de pastagens representa a produção de pasto e permite determinar a oferta de forragem disponível para o animal.

A massa de forragem foi estimada quando a altura do dossel alcançava os valores estabelecidos como meta (i.e. 20 e 30 cm de altura para azevém e aveia, respectivamente). O corte das forrageiras no pós-pastejo foi executado com o rebaixamento de 40% da altura inicial do azevém e da aveia branca, ou seja, em torno de 12 e 18 cm, conforme o recomendado no pastoreio rotatínuo.

A massa de forragem foi amostrada utilizando um quadrado metálico de 0,25 m², sendo lançado de forma aleatória, com três amostragens por parcela por unidade experimental (UE). As plantas foram cortadas rente ao solo antes e após a simulação do pastejo e posteriormente foram transferidas para sacos de papel Kraft e levadas à estufa com circulação de ar forçada a 60 °C até massa constante, por cerca de 72h, para posterior pesagem em balança de precisão e o valor extrapolado para kg ha⁻¹ de matéria seca. O procedimento da coleta da amostragem foi realizado antes e após a simulação de pastejo com uso de uma roçadeira manual. No último período de amostragem, após a simulação final do pastejo foi determinada a massa de forragem residual do ciclo das pastagens nos diferentes tratamentos.

A produção de forragem acumulada (Kg ha⁻¹ MS) foi calculada por meio da soma do estrato pastejável, em cada uma das datas de corte.

A fitomassa é composta pela massa de forragem produzida pela pastagem e o resíduo vegetal que fica na superfície do solo que não é ingerido pelo animal devido seu baixo valor nutritivo, permite que ocorra a rebrota da espécie forrageira e garante um aporte de contínuo de palha ao solo.

A produção de fitomassa acumulada foi calculada pelo somatório de toda a massa seca de forragem acumulada durante todo o período de simulação do pré-pastejo e pós pastejo, adicionando deixada sobre a superfície do solo após o último pastejo. Estas duas variáveis implicam em distintas situações: a produção de forragem acumulada representa a quantidade de pasto produzido no período experimental, enquanto a produção de fitomassa acumulada representa uma estimativa aproximada da produção vegetal ao longo do período experimental. Em sistemas integrados, esta diferenciação é muito importante pois está relacionada diretamente a dois fatores: à qualidade do alimento oferecido aos animais em pastejo e ao aporte de resíduos na superfície do solo.

3.3.3. Determinação do acúmulo dos nutrientes

As amostras de forragem coletadas no campo foram moídas em moinho tipo “Willey”, com peneira de 1,0 mm e armazenadas no laboratório de Agroecologia na Universidade Federal de Viçosa-MG.

A determinação do teor de N foi realizado utilizando aproximadamente 0,2000 g de amostras das forragens moídas submetidas ao processo de digestão sulfúrica, em seguida destilação com adição de indicador e NaOH a 10 M pelo método semi-micro-Kjeldahl e posteriormente as amostras tituladas com uso de HCl (SILVA, 2009).

Como estratégia para uma recomendação de adubação mais precisa, foram analisados o Índice de Nutrição Nitrogenada e a curva de diluição do N propostos por Lemaire (1997), essas técnicas utilizam a concentração mínima de N para o máximo crescimento da planta, têm o potencial de indicar o real estado nutricional da cultura e colaborar em melhor ajuste das necessidades de fertilização das culturas no longo de seu desenvolvimento (LEMAIRE, 1997).

De acordo com a quantidade de massa de forragem produzida e os teores de N acumulado nas plantas em cada período em que foi realizado o corte, verificou-se esses foram satisfatórios ou não, por meio da comparação com a curva de diluição proposta por Lemaire (1997), pela equação específica para plantas C3:

$$N\% = 4,8 (MF)^{-0,32}$$

Onde:

N% = é o teor de N na biomassa aérea (concentração crítica, Nc), MF o peso da biomassa aérea (t/ha), o coeficiente 4,8 teor de N contido na formação da primeira tonelada de biomassa aérea e o coeficiente -0,32 o coeficiente de diluição do N no período de crescimento.

Para facilitar o diagnóstico da quantidade de N, foi calculado também o Índice Nutricional do Nitrogênio (LEMAIRE & GASTAL, 1997), conforme a equação a seguir:

$$INN = 100 N\% / 4,8 (MF)^{-0,32}$$

A interpretação do índice de nutricional de nitrogênio nas espécies foi realizada conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Interpretação dos índices nutricionais de nitrogênio (INN) conforme o modelo proposto por Lemaire e Gastal (1997).

INN	Interpretação
> 100	Excedente
100	Muito satisfatório
80-100	Satisfatório
60-80	Insuficiente
>60	Muito insuficiente

3.4 Avaliações da lavoura milho (Fase II)

3.4.1 Altura, densidade de plantas e produtividade de grãos

As avaliações da fase II, que correspondeu à cultura do milho, foram realizadas por meio de amostragens em três fileiras de três metros, visando determinar: a) altura final de planta e b) de inserção da primeira espiga (m), c) densidade de plantas e, d) produtividade de grãos do milho.

A altura final foi determinada por meio da mensuração da distância do solo até a inserção da folha bandeira e altura de inserção da primeira espiga foi medida do nível do solo até o ponto de inserção da espiga. A densidade de plantas foi estimada através da contagem de plantas na área útil das parcelas e convertida para número de plantas por hectare.

A produtividade de grãos do milho foi obtida a partir da pesagem dos grãos provenientes de todas as espigas colhidas na área útil das parcelas, convertido para $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ e corrigido para 130 g kg^{-1} de teor de água (b.u.).

3.4.2. Avaliações fitossociológicas e manejo de plantas daninhas

O estudo fitossociológico da comunidade infestante foi realizado em duas ocasiões: no final do ciclo das culturas de inverno dia 20/10/2020 e a segunda avaliação da área foi realizada dia 11/11/2020, um dia antes da aplicação dos herbicidas atrazine e nicossulfuron e 20 dias após a dessecação e implantação da cultura do milho.

O estudo fitossociológico da comunidade de plantas daninhas presentes na área experimental e da testemunha (área adjacente ao ensaio dos tratamentos das plantas de coberturas), foi realizado com a utilização de um quadrado metálico vazado com área de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5\text{m}$), lançado ao acaso. Em cada unidade experimental foram avaliadas quatro amostras perfazendo uma área amostral de 1m^2 por unidade experimental. As espécies encontradas dentro do quadrado foram cortadas rente ao solo, separadas, registrado o número de indivíduos, identificadas de acordo com Lorenzi (2014) e acondicionadas em sacos de papel e levados à estufa a 60°C , por 72 horas, para determinação da massa de forragem, expressa em Kg de matéria seca (MS) por hectare.

Diante dos dados obtidos foram determinados os seguintes parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes: densidade (DEN), frequência (FR), dominância (DO), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DR), dominância relativa (DOR) e o

índice de valor de importância (IVI), com as seguintes fórmulas, proposta por Braun-Blanquet (1950), Ellenberg e Mueller-Dombois (1974) e Monquero (2014).

$$\text{Frequência: } FR = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de parcelas que contém a espécie}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de parcelas utilizadas}}$$

$$\text{Densidade: } DEN = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total colstada}}$$

$$\text{Dominância: } DO = \frac{\text{Matéria seca por espécie}}{\text{Matéria seca total}}$$

$$\text{Frequência Relativa: } FRR = \frac{\text{Frequência da espécie} \times 100}{\text{Frequência total de todas as espécies}}$$

$$\text{Densidade Relativa: } DR = \frac{\text{Densidade da espécie} \times 100}{\text{Densidade total de todas as espécies}}$$

$$\text{Dominância Relativa: } DOR = \frac{\text{Massa de matéria seca} \times 100}{\text{Massa de matéria seca total}}$$

$$\text{Índice de Valor de Importância: } IVI = FRR + DR + DOR$$

Os dados obtidos foram avaliados por estatística descritiva, onde foram comparadas as espécies. A partir disso, foram identificadas as principais famílias infestantes, assim como as espécies de maior importância ecológica das espécies na comunidade estudada, antes e depois da implantação do milho. Para a plotagem dos gráficos e figuras foi utilizado o programa Microsoft Office Excel 2016.

3.5. Análises estatísticas

Os dados foram analisados quanto à normalidade, para cada variável, utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Atendidas às pressuposições de normalidade, os dados foram analisados como modelos mistos, sendo espécies forrageiras, o número do corte e interação entre os componentes considerados no modelo como efeitos fixos e o fator blocos (e suas interações) como componentes aleatórios do modelo. Quando as interações não foram significativas ($P > 0,05$) elas foram retiradas do modelo estatístico. Foi realizada a análise da

variância e os valores médios dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implantação dos cultivos hibernais no período da entressafra com plantio do milho em sucessão, permitiu avaliar o desempenho agrônômico das espécies forrageiras anuais de inverno e os seus efeitos como cobertura do solo sobre a produtividade do milho. Os parâmetros analisados no estudo foram: massa de forragem, massa de forragem acumulada, produção de fitomassa, produtividade do trigo, aporte de resíduos na superfície do solo, determinação do acúmulo de nutrientes, avaliação fitossociológica de plantas daninhas e produtividade do milho.

4.1. Massa de forragem

A massa de forragem é quantidade de forragem produzida por unidade área, acima de determinada altura de corte das espécies forrageiras. Essa variável é de suma importância do ponto de vista para o manejo de pastagens representa a produção de pasto e permite determinar a oferta de forragem disponível para o animal.

Foram realizadas seis simulações de pastejo (roçadas) para cada uma das espécies forrageiras. No quadro da ANOVA (Tabela 3), pode ser observado que houve efeito significativo para o fator espécie, para número do corte e para a interação entre os dois fatores.

Tabela 3. Quadro da ANOVA para a variável massa de matéria seca de forragem. Fator Espécie (aveia-branca ou azevém), corte (I a VI) e interação entre os fatores (Espécie x corte).

Fonte de Variação	Grau de liberdade	F	valor de P
Espécie	1	10.405.934	0.0019
Corte	5	66.312.463	<.0001*
Espécie*Corte	5	17.420.894	<.0001*

A aveia-branca é uma forrageira hibernal considerada precoce, enquanto o azevém caracteriza-se por uma produção mais tardia e prolongada, nas condições do Sul do Brasil

(FONTANELLI et al. 2012). No presente experimento, realizado na Zona da Mata de Minas Gerais, da mesma forma a aveia-branca se destacou em precocidade e alcançou um maior acúmulo de biomassa de forragem em um intervalo curto de tempo, sendo que aos 53 dias após a semeadura (DAS) foi obtida uma produtividade de massa de forragem de 3.974 Kg.ha⁻¹ de MS. Aos 112 DAS detectou-se uma redução na produção de forragem da aveia, chegando a valores inferiores a 500 kg ha⁻¹ (Figura 4).

Aos 53 DAS, o azevém apresentou valores de massa de forragem da ordem de 2.052 Kg ha⁻¹ (Figura 4) não diferindo estatisticamente quanto à produção de forragem nos outros cortes (simulações de pasteiro rotatório).

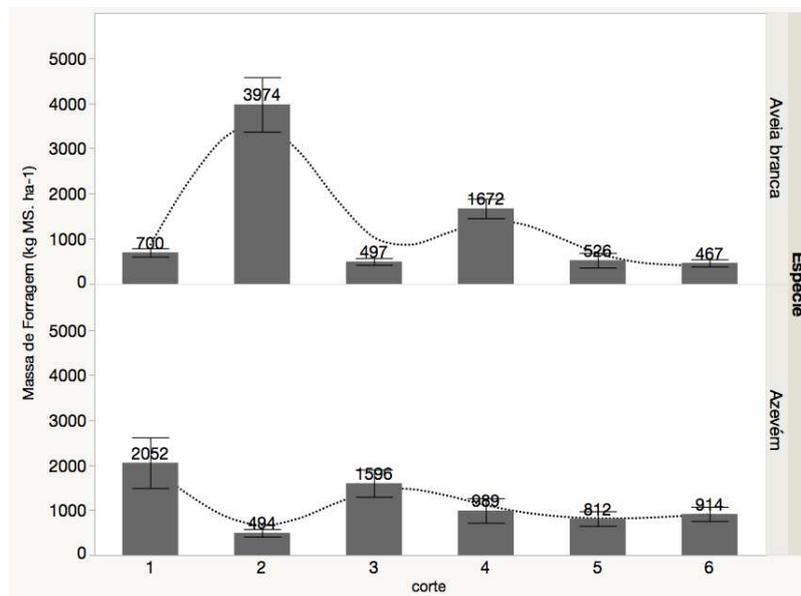


Figura 4. Massa de forragem (kg ha⁻¹ MS) de aveia-branca (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) ao longo de uma estação de crescimento na Zona da Mata Mineira. Os valores apresentados são médias de 12 amostras por espécie em cada corte. As datas de Corte de Aveia-branca e Azevém, são respectivamente: Corte 1)- 34 e 53 Dias após a semeadura (DAS); Corte 2)- 53 e 66 DAS; Corte 3)- 70 e 80 DAS; Corte 4)- 90 E 95 DAS; Corte 5)- 112 DAS; Corte 6)- 123 e 130 DAS. Viçosa, 2020.

A aveia-branca durante o ciclo de pastejo teve maior flutuação na massa de forragem por corte, enquanto o azevém apresentou uma produção mais constante, mas ambas mostraram ser complementares.

A aveia-branca e azevém são forrageiras de baixo custo e excelente qualidade nutritiva para ser disponibilizada a alimentação animal durante o período de déficit alimentar na época da entressafra da cultura de grãos. No entanto, deve-se salientar a importância de um bom manejo dessas culturas de inverno quanto à altura de corte para o pastejo e não deixar ocorrer ressemeadura das sementes, pois apresentam grande dispersão e tornam-se de difícil controle. Outro fator a ser considerado é que a região da Zona da Mata Mineira apresenta

baixa precipitação pluviométrica durante a estação do inverno e as culturas de inverno são sensíveis ao déficit hídrico, para uma boa produção de massa de forragem há a necessidade de irrigação suplementar.

Pellegrini et al. (2010), com pastagem de azevém-anual, com adubações a quatro doses de ureia, sendo 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N em única aplicação no início do perfilhamento das plântulas, com pastejo de cordeiros, observou a produção de matéria seca de forragem média de 2143,6 ± 296 kg ha⁻¹.

Demétrio et al. (2012), em experimento no Oeste do Paraná, buscando obter resultados de produção de MS de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte, obtiveram com aveia para um, dois e três cortes, 907 kg ha⁻¹ de MS, 1644 kg ha⁻¹ e 1692 kg ha⁻¹, respectivamente, com acumulado de 4243 kg ha⁻¹

Kaminski (2013) obteve produção de massa de forragem média de 2230 ± 289 kg ha⁻¹ de MS com consórcio de aveia branca e azevém com 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N com pastejo de ovinos.

4.2. Massa de forragem acumulada

A massa de forragem acumulada é quantidade de forragem colhida por cada espécie, estrato pastejável, determinado pela diferença da massa de forragem do pré e pós pastejo.

No quadro da ANOVA (Tabela 4) pode ser observado que não houve efeito significativo (P=0,1558) para as espécies forrageiras em relação à massa de forragem acumulada ao longo da estação de crescimento.

Tabela 4. Matéria seca de forragem acumulada (Kg ha⁻¹) para espécies hibernais aveia-branca e azevém. Valores apresentados representam apenas o estrato pastejável, de 12 amostras de massa de forragem, ao longo de seis simulações de pastoreio rotatínuo (cortes).

Espécie	Massa de forragem	Erro padrão	P
Aveia branca	7.408,16 a ¹	743,79	0,1558
Azevém	6.057,83 a	743,79	

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Os valores médios de matéria seca de forragem acumulada não diferiram significativamente entre os fatores espécie de forrageira (Tabela 5), sendo que os valores

médios obtidos foram de $6.733 \pm 572.18 \text{ kg ha}^{-1}$. Este valor médio de produtividade pode ser considerado adequado para produção animal sob pastejo direto.

Flores et al. (2008), trabalhando com materiais de azevém-anual no estado do Rio Grande do Sul, encontraram valores semelhantes ao observado na pesquisa no final de cinco cortes valores de $6,3 \text{ t ha}^{-1}$ de produção total de matéria seca. Tonetto et al. (2011), por sua vez, testando populações e cultivares de azevém-anual no Rio Grande do Sul, observaram valores de produção total de matéria seca ao longo de cinco pastejos (junho a setembro) entre 3 a 5 t ha^{-1} .

Haselbauera (2017) trabalhando com aveia branca *Avena sativa* cv. IPR 126 no Paraná, submetida a doses de 120 e 180 kg ha^{-1} de N, parcelado e em dose única obteve produção total de massa de forragem, sob sistema com cortes de 7180, 7238, 7593 e 7283 kg ha^{-1} de MS.

4.3. Produção de Fitomassa

A produção de fitomassa representa a produção de material vegetal da superfície do solo até o topo do dossel da pastagem. Esta variável não representa o estrato pastejável, tem uma constituição prioritária por colmos e apresenta baixo valor nutritivo

No quadro ANOVA (Tabela 5) pode ser observado que não houve diferença significativa ($P=0,1152$) para as espécies hibernais a produção de fitomassa aveia-branca e azevém em relação até o final do pastejo.

Tabela 5. Quadro da ANOVA para a variável produção de fitomassa por espécie (aveia-branca ou azevém).

Fonte de variação	Grau de liberdade	F	P valor
Espécie	1	4,84	0,1152

A produção média de fitomassa das espécies forrageiras foi na ordem de $8441 \pm 1052 \text{ kg ha}^{-1}$ de matéria seca. A aveia-branca alcançou maior produção de fitomassa em comparação ao azevém (Figura 5).

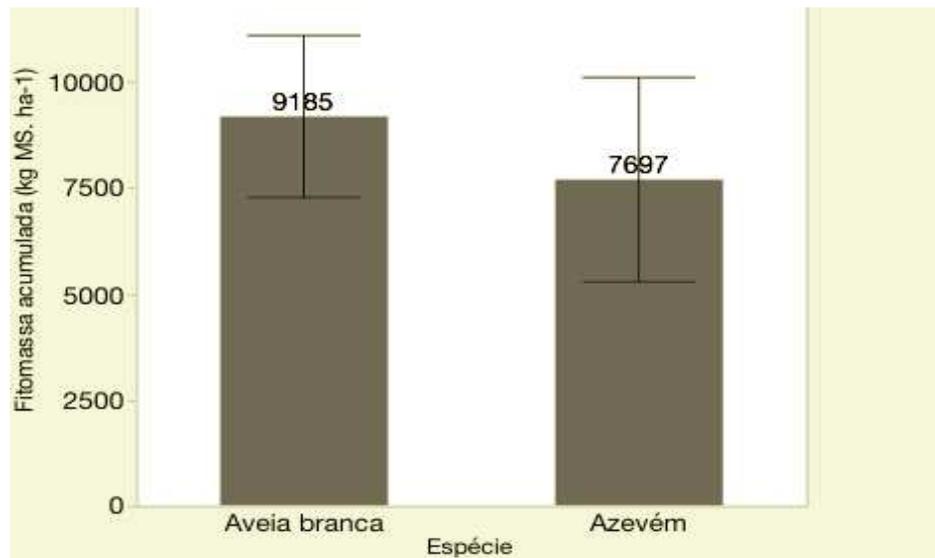


Figura 5. Produção de fitomassa acumulada (kg MS ha⁻¹) de aveia-branca (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) ao longo do período experimental. Outubro de 2020, Viçosa-MG.

4.4. Produtividade do trigo

A cultura do trigo obteve produtividade média de grãos de $5581 \pm 878,11$ Kg ha⁻¹.

Segundo a Embrapa Trigo, a cultivar BRS 264 foi desenvolvida para atender a demanda por trigo para cultivo no Cerrado Brasileiro, com indicação de cultivo para os estados de MG, MT, DF e GO. As principais características do cultivar é o ciclo superprecoce, espigamento em 40 dias e maturação em 110 dias, com valores de produtividade da ordem de 6000 kg ha⁻¹. Estes valores previstos estão bastante próximos aos encontrados neste estudo e evidenciam uma boa produtividade mesmo com um investimento tecnológico moderado (30 kg N ha⁻¹ e irrigação suplementar moderada), evidenciando o potencial da cultura para intensificação sustentável da produção de alimentos na Zona da Mata.

4.5. Aporte de resíduos na superfície do solo

A partir da ANOVA (Tabela 6) foi possível verificar que não houve efeito significativo ($P=0,0829$) no aporte de resíduos deixados na superfície do solo quanto aos cultivos hibernais (aveia-branca, azevém e trigo), considerando os restos culturais do trigo e a rebrota da aveia e azevém após o último corte.

Tabela 6. Quadro ANOVA para efeitos das espécies forrageiras aveia-branca, azevém e trigo quanto ao resíduo fitomassa na superfície do solo. Outubro de 2020, Viçosa-MG.

Fonte de variação	Grau de liberdade	F	P valor
Espécie	2	2,64	0,0829

As espécies forrageiras deixaram um aporte de resíduos vegetais na superfície do solo da ordem de $2.322,6 \pm 209,7$ Kg ha⁻¹ de MS (Tabela 7). Não houve diferença quanto à quantidade de resíduos produzidos entre os cultivos hibernais.

Tabela 7. Valores médios e erro padrão das médias da variável aporte de resíduo sobre a superfície do solo dos cultivos hibernais (aveia-branca, azevém e trigo).

Espécie	Aporte de resíduos	Erro padrão
Aveia-branca	2178,60 a ¹	140,82
Azevém	2563,25 a	128,25
Trigo	2226,00 a	128,25

1) Valores na coluna seguidos por letras iguais não diferem significativamente ao nível de P <0.05.

Assmann et al., (2008), postula que nos SIPA há um grande dilema em relação à fase pastagem, visto que a mesma por meio do seu manejo deve fornecer alimento para permitir a maximização da produção animal, posteriormente, ainda fornecer palhada em quantidade suficiente para os cultivos uma quantidade de material residual de pelo menos, de 2 t ha⁻¹ de MS. Por sua vez, Alvarenga et al., (2001), afirmam que a para assegurar a estabilidade do sistema do plantio direto quantidade ideal de resíduos vegetais na superfície do solo adicionada anualmente deveria ser da ordem 6.000 Kg ha⁻¹.

Nesse sentido é importante enfatizar que a quantidade de resíduos da palhada deixadas sobre a superfície do solo varia conforme as diferentes plantas de coberturas, suas combinações em sistemas de rotação ou sucessão de culturas, condições edafoclimáticas específicas de cada região, em função das facilidades ou dificuldades de produção de fitomassa ou da taxa de decomposição além de outros fatores.

Para a região da Zona da Mata Mineira que tem o clima subtropical, com inverno seco as 2 t ha⁻¹ de matéria seca de palhada podem ser consideradas ideais. Contudo, ainda há a

necessidade do desenvolvimento de estudos com protocolos de pesquisa conduzidos a longo prazo em sistemas integrados, com o uso de diferentes pastagens, submetidas a intensidade moderadas de pastejo para determinar a quantidade de resíduos que é aportado anualmente para uma região específica e outras localidades com diferentes condições de clima e solo. A partir da obtenção da informação do aporte de resíduos será possível indicar com precisão e embasamento científico recomendações agrônômicas adequadas localmente.

4.6. Determinação do acúmulo dos nutrientes

4.6.1. Teor de N

Na Tabela 8 é apresentado o quadro da ANOVA para os fatores espécies, corte e a interação entre estes fatores. Houve efeito significativo ($P < 0,0001$) para interação entre os fatores espécie forrageira e corte em relação ao teor de N, durante o ciclo de desenvolvimento das espécies forrageiras aveia-branca e azevém manejados sob pastejo rotatínuo.

Tabela 8. Quadro da ANOVA do teor de N na biomassa aérea durante o ciclo de pastejo das culturas hibernais aveia-branca e azevém conforme a simulação dos seis cortes, no período de junho a outubro de 2020.

Fonte de variação	Grau de liberdade	F	P
Espécie	1	1,22	0,3137
Corte	5	290,75	<.0001*
Espécie*Corte	5	13,11	<.0001*

Na Figura 6, observa-se que no primeiro corte os teores de N nos tecidos vegetais das duas forrageiras encontravam-se na faixa de 4%, chegando a valores próximos a 2% ao final do ciclo. Skonieski et al. (2011), postula que o estágio de desenvolvimento de uma forrageira exerce grande influência na sua qualidade nutricional, pela mudança nas características estruturais da planta. Conforme avança o ciclo de maturação da planta, há elevação dos teores de fibra pelo aumento de tecidos estruturais e redução no teor de nitrogênio e de proteína bruta pela diminuição do conteúdo celular, o que tem como consequência aumento no acúmulo de massa com menor qualidade forrageira (FONTANELI et al., 2012). Contudo, a interação significativa entre espécie forrageira e corte indica que esta redução não ocorreu da

mesma forma para as duas espécies: Enquanto a aveia-branca apresentou uma redução paulatina dos teores de N, o azevém manteve níveis entre 3,82 e 3,51% do segundo ao quarto corte (Figura 6).

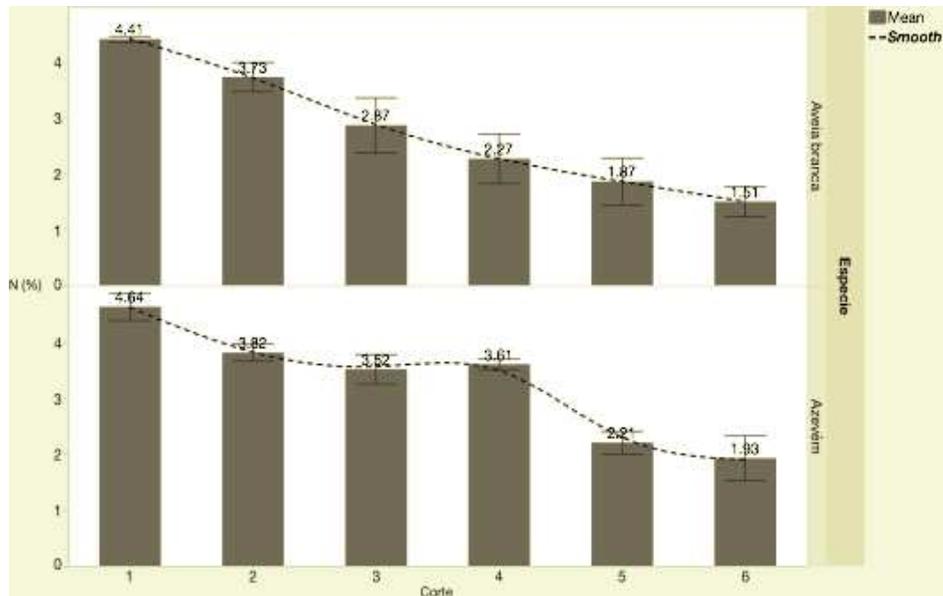


Figura 6. Teores de N na biomassa aérea de aveia-branca e azevém, ao longo de seis cortes. As datas de corte de aveia-branca e azevém, são respectivamente: Corte 1)- 34 e 53 Dias após a semeadura (DAS); Corte 2)- 53 e 66 DAS; Corte 3)- 70 e 80 DAS; Corte 4)- 90 e 95 DAS; Corte 5)- 112 DAS; Corte 6)- 123 e 130 DAS. Junho a outubro de 2020, Viçosa – MG.

O teor de N nas espécies forrageiras teve redução ao longo do ciclo das culturas, pois o consumo para obtenção de biomassa aumentou e apenas uma única adubação de cobertura aos 17 dias após a emergência (DAE) tornou-se insuficiente para todo o ciclo do desenvolvimento da aveia branca e azevém.

4.6.2. Curva de diluição de nitrogênio

As curvas de diluição representam os teores de N na biomassa aérea em relação a fitomassa acumulada expressa em $t\ ha^{-1}$ de MS e estão representadas nas Figuras 7 e 8, para aveia-branca e azevém, respectivamente. As curvas permitem a observação do status nutricional das plantas durante o seu ciclo de desenvolvimento até o florescimento. O índice de nutrição nitrogenada (INN), por sua vez, permite a obtenção de um valor numérico possibilita a avaliação do suprimento em N na planta durante o desenvolvimento da cultura, a partir do momento que a cultura atinge o acúmulo de $1\ t.\ ha^{-1}$ de MS.

Durante o ciclo de desenvolvimento da aveia-branca, percebe-se que os maiores valores de teor de N na forragem foram observados no primeiro corte e conforme o acúmulo

de biomassa aérea ao longo do período de utilização da pastagem ocorreu uma diluição dos teores de N na planta. A aveia-branca mostrou que encontra-se com status nitrogenado ideal pontos acima da curva de N crítico (Figura 7) até a realização do segundo corte (53 DAS), após o terceiro corte aos (70 DAS), passou a apresentar deficiência de N.

A aveia-branca no primeiro corte encontrava-se bem suprida de N, pois os pontos que indicam os teores da planta estavam acima da faixa crítica, o que significa que a espécie estava sob consumo de luxo (Figura 7). A partir do segundo corte para pastejo (53 DAS) houve um pico na produção de biomassa aérea, a planta aumentou a exigência de N e a quantidade absorvida do solo para produção de biomassa aérea de boa qualidade se tornou insuficiente. Dessa forma, para a aveia-branca produzir uma forragem mais nutritiva quanto ao teor de proteínas nos cortes seguintes seria necessário disponibilizar uma adubação nitrogenada de forma escalonada.

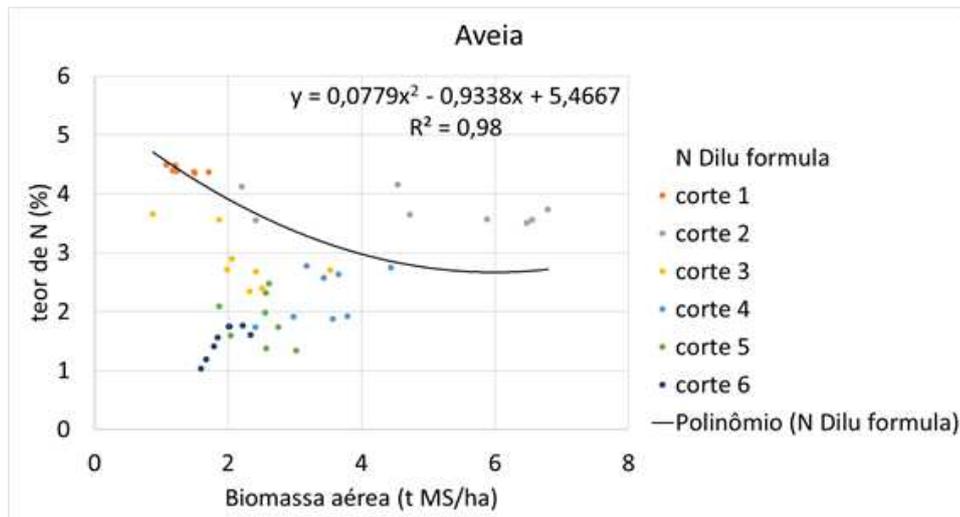


Figura 7. Curva de diluição de nitrogênio proposta por Lemaire (2008), de acordo com o acúmulo de biomassa aérea da aveia-branca em relação ao teor de nitrogênio na planta e o teor de nitrogênio calculado e expresso na curva de diluição, durante o período de avaliação de Junho a outubro de 2020.

O azevém por apresentar um desenvolvimento mais tardio, apresentou teor de nitrogênio alto (4,64) aos 53 DAS, conforme o desenvolvimento das plantas e aumento da produção de biomassa aérea o teor de N reduz, mas manteve uma estabilidade (3,61) no quarto corte aos (95 DAS) em seguida apresentou um declínio.

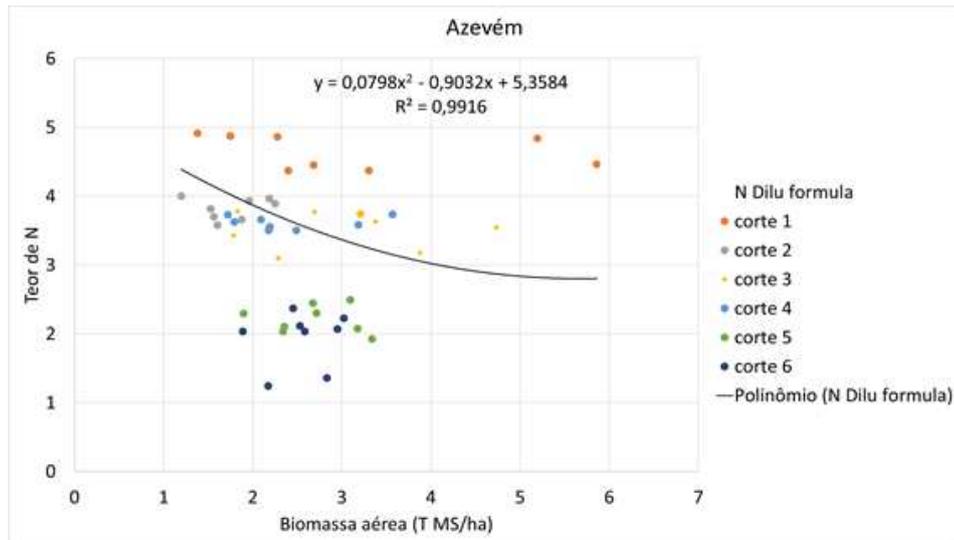


Figura 8. Curva de diluição de nitrogênio proposta por Lemaire (2008), de acordo com a acumulação de biomassa aérea do azevém em relação ao teor de nitrogênio na planta e o teor de nitrogênio calculado e expresso na curva de diluição, durante o período de avaliação de Junho a outubro de 2020.

O INN sofreu influência dos fatores espécie, corte e da interação entre os dois fatores (Tabela 9). Conforme discutido anteriormente nas curvas de diluição de N isso indica que há uma diferença na dinâmica da nutrição nitrogenada entre aveia-branca e azevém.

Tabela 9. Quadro da ANOVA do INN durante o ciclo de crescimento das culturas forrageiras aveia-branca e azevém, no período de junho a outubro de 2020.

Fonte de variação	Grau de liberdade	F	P
Espécie	1	31,313259	<.0001*
Corte	5	97,39825	<.0001*
Espécie*Corte	5	18,013289	<.0001*

Na Figura 9 estão apresentados os valores de INN determinados em cada corte das forrageiras. Observa-se com mais clareza o que foi discutido nas curvas de diluição: para aveia-branca o N passou a ser limitante ao crescimento da forrageira a partir do terceiro corte (INN= 74,9), enquanto para o azevém o N passou a ser limitante a partir do quinto corte (INN=63,0).

A obtenção destes índices se torna fundamental no adequado manejo da fertilização nitrogenada de todas as culturas, mas especificamente em gramíneas, que são altamente responsivas e dependentes de N para produção de perfilhos e conseqüentemente boas produções de forragem.

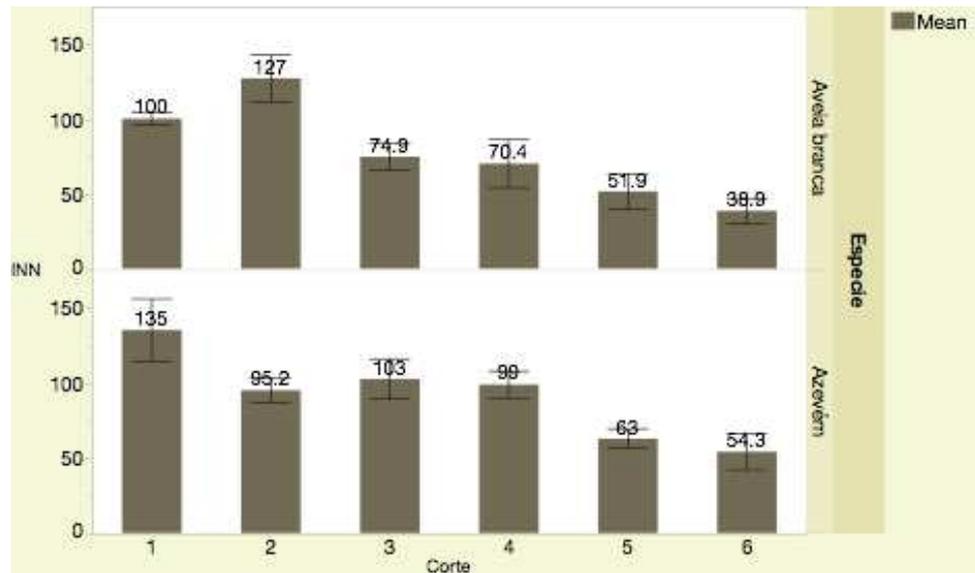


Figura 9. Índice de nutrição nitrogenada (INN) por corte das espécies aveia-branca e azevém. As datas de corte de aveia-branca e do azevém, são respectivamente: Corte 1)- 34 e 53 Dias após a semeadura (DAS); Corte 2)- 53 e 66 DAS; Corte 3)- 70 e 80 DAS; Corte 4)- 90 e 95 DAS; Corte 5)- 112 DAS; Corte 6)- 123 e 130 DAS. Junho a outubro de 2020, Viçosa – MG.

Aveia-branca e o azevém produziram uma boa quantidade de fitomassa, com uma única adubação nitrogenada aplicada em cobertura aos 17 DAE. Contudo, a possibilidade de uma segunda aplicação de nitrogênio entre o segundo/terceiro corte seria necessária e eficaz para maior produção de biomassa com disponibilidade de forragem de qualidade durante todo o pastoreio, uma vez que as forrageiras apresentaram índice de nutrição nitrogenada muito insuficiente no final do seu ciclo. A recomendação da nova aplicação da adubação nitrogenada seria realizada no final de julho ou início de agosto. Entretanto, com a falta de precipitação pluviométrica nesse período e nos próximos dias subsequentes haveria a necessidade de irrigação para ocorrer melhor incorporação da ureia ao solo, ter aproveitamento do nitrogênio pelas plantas e reduzir as perdas por volatilização.

4.7. Avaliação fitossociológica das plantas daninhas

No levantamento fitossociológico realizado em outubro de 2020, antes da dessecação da área e do plantio do milho, foram identificadas 24 espécies de plantas daninhas infestando a área experimental, distribuídas em 13 famílias botânicas, as famílias mais representativas foram Asteraceae com quatro espécies, Poaceae e Solanaceae, ambas com três espécies, conforme Tabela 10. Na área do experimento, as espécies eudicotiledôneas encontravam-se em maior percentual (75%) e as monocotiledôneas (25%), quanto ao metabolismo fotossintético a maioria das espécies são C3 e, apenas seis são C4.

Tabela 10. Espécies de plantas daninhas identificadas no levantamento fitossociológico na área com culturas hibernais (aveia-branca, azevém e trigo), antes da dessecação e semeadura do milho. As espécies estão organizadas por classe/família, espécie e nome popular.

Classe/ Família	Espécie	Nome comum
Monocotiledôneas		
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeiraba
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Tiriricão
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim carrapicho
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Capim pé de galinha
	<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém
Eudicotiledôneas		
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Caruru gigante
Apiaceae	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Britton P. Wilson	Aipo bravo
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Botão de ouro
	<i>Gamochaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguelen	Macela
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	Dente de leão
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i> L.	Orelha de urso
	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Mentinha
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanxuma
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	Araruta
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Trevo
	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Trevo azedo
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb	Quebra pedra
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Linguinha de vaca
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Língua de vaca
Solanaceae	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Pers	Joá-de-capote

Nicotiana glauca

Flor de tabaco

Solanum americanum Mill

Maria pretinha

As famílias Asteraceae e Poaceae são predominantes em cultivos agrícolas por apresentarem representantes com elevada agressividade em relação a outras espécies (LEAL et al., 2006), e são consideradas as principais espécies de plantas daninhas no Brasil (OLIVEIRA & FREITAS, 2008). Segundo Lorenzi (2008) grande parte das espécies das famílias Poaceae e Asteraceae produz grande quantidade de diásporos, o que facilita a disseminação e a ocupação do nicho ecológico em diversos ambientes, mesmo sob condições consideradas desfavoráveis ao crescimento vegetal.

A frequência relativa, densidade relativa e dominância relativa, permitem obter informações comparativas de determinada espécie dentro do equilíbrio da comunidade de plantas encontradas na área (GOMES et al., 2010).

No primeiro levantamento fitossociológico realizado antes da dessecação da área adjacente ao campo experimental considerado como testemunha foi encontrado uma densidade de plantas daninhas de 164 plantas m⁻² e massa de matéria seca 572 g m⁻². Na fase I, todos os tratamentos que apresentavam culturas de inverno quando comparado com a testemunha aumentou a densidade de plantas por m⁻² e houve uma alteração da composição florística da área. A massa de matéria seca das plantas daninhas em todos os tratamentos com as culturas de inverno aveia-branca, azevém e trigo reduziu cerca de 66%, 93% e 94% respectivamente em relação a área de testemunha (Figura 10).

A partir da análise da testemunha foram identificadas 16 espécies, pertencentes a 10 famílias botânicas, com destaque quanto a representatividade de número das espécies as famílias Asteraceae, Poaceae e Solanaceae. As espécies identificadas com maior frequência relativa foram *C. rotundus*, *Rumex acetosella* L., 16,87 e 15,66 %, a densidade relativa foi de 44,43 e 24,58% e apresentaram o maior IVI 65,63 e 49,25 % (Figura 10 A).

Nos tratamentos com a cultura hibernal aveia-branca foram encontradas 16 espécies de plantas daninhas. O levantamento fitossociológico demonstrou que *O. corniculata*, *Amaranthus retroflexus*, *Hyptis atrourubens*, *Sonchus oleraceus* e *C. esculentus* apresentaram a mesma frequência relativa 8,89%. Além disso, espécie *O. corniculata* apresentou maior densidade relativa 34,95% e maior índice de valor de importância 49,05%, seguida de *Amaranthus retroflexus* com índice de valor de importância

42,24%, sendo a espécie com maior dominância 28,10% no tratamento com aveia branca (Figura 10 B).

No tratamento com azevém foram identificadas 17 espécies de plantas daninhas. Semelhante ao encontrado na área de aveia-branca, as três principais espécies *Oxalis corniculata*, *Hyptis atrorubens* e *Amaranthus retroflexus* também apresentaram maior frequência relativa 10,26%. No entanto, *Oxalis corniculata* apresentou maior densidade relativa 48,15%, maior dominância 19,85% e consequentemente maior índice de valor de importância (Figura 10 C).

O tratamento com o trigo como espécie forrageira reduziu a diversidade da população de infestantes representada por 12 espécies e aumentou a dominância do gênero *Cyperus* que apresentaram vantagem competitiva sobre as demais espécies. O *C. rotundus* em seguida do *C. esculentus* apresentaram maior índice de valor de importância 66,75 e 64,22 % respectivamente (Figura 10 D).

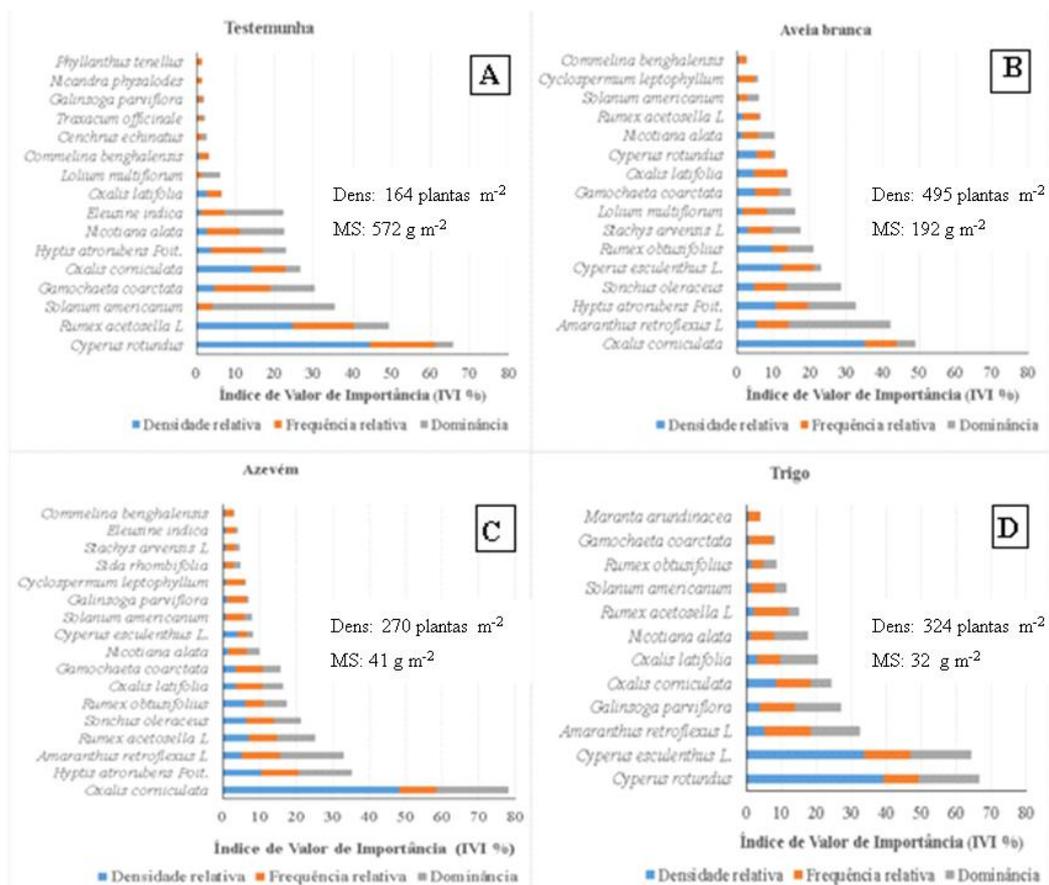


Figura 10. Índice de valor de importância de plantas daninhas presentes na área experimental do levantamento fitossociológico realizado nos cultivos de inverno e na testemunha em outubro de 2020, dois dias antes da dessecação e semeio do milho, Viçosa- MG. A- Testemunha, B- Tratamento com aveia-branca, C- Tratamento com Azevém e D- Tratamento com trigo.

No levantamento fitossociológico realizado em novembro de 2020 após a implantação do milho foram identificadas 22 espécies de plantas daninhas infestando a área experimental, distribuídas em 12 famílias botânicas, as famílias mais representativas quanto ao número de espécies foi a Asteraceae e Poaceae, ambas com quatro espécies (Tabela 11). Na área do experimento as espécies eudicotiledôneas encontravam-se em maior percentual (63,6%) e às monocotiledôneas (36,4%).

Tabela 11. Espécies de plantas daninhas identificadas no levantamento fitossociológico na área com milho sobre a cobertura das culturas hibernais (aveia branca, azevém e trigo), organizadas por classe/família, espécie e nome popular.

Classe/Família	Espécie	Nome comum
Monocotiledôneas		
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeraba
	<i>Commelina difusa</i> L.	Trapoeraba
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Tiriricão
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Aveia branca
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	C. pé de galinha
	<i>Lolium multiflorum</i>	Azévem
	<i>Triticum</i>	Trigo
Eudicotiledôneas		
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Caruru gigante
Apiaceae	<i>Ciclospermum leptophyllum</i>	Aipo bravo
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Taro
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasto
	<i>Bidens pilosa</i> L.	picão preto
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Botão de ouro
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i> L.	Orelha de urso
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	Araruta
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Trevo azedo
	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Trevo

Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L	Linguinha de vaca
	<i>Rumex obtusifolius</i> L	Língua de vaca
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill	Maria pretinha

No segundo levantamento fitossociológico realizado em novembro, 21 dias após a semeadura do milho sobre a cobertura dos cultivos de inverno, verifica-se que houve uma redução na diversidade de plantas daninhas presente na área experimental em todos os tratamentos sobre as coberturas de inverno. Este fato pode ser justificado, pelo efeito da presença da cobertura vegetal no solo que forma uma barreira física na superfície, diminui a interceptação da luz, modifica a temperatura da superfície, a umidade do solo e pode liberar compostos alelopáticos que limita a germinação de sementes e reduz o desenvolvimento de plantas daninhas na superfície do solo (CORREIA; REZENDE, 2002; ROSSI et al., 2013).

A densidade relativa e a massa de matéria seca aumentaram em todos os tratamentos submetidos as coberturas de inverno em relação a testemunha.

Na área considerada como testemunha foram encontradas 12 espécies de plantas daninhas (Figura 11 A), sendo que as duas espécies do gênero *Cyperus* apresentaram maior importância com destaque para *Cyperus esculentus* com índice de valor de importância de 135,66%.

A área com milho cultivado sobre a cobertura de aveia branca (Figura 11 B), verificou a presença de sete espécies de plantas daninhas sendo a que *C. esculentus* apresentou maior índice de valor de importância 150,09% seguido de *O. latifolia* 78,93% e densidade relativa de 42,04%.

O tratamento do milho semeado sobre a cobertura de azevém após a dessecação da área dos cultivos de inverno foram identificadas sete espécies de plantas daninhas (Figura 11 C). A espécie *Lolium multiflorum* foi considerada como daninha voluntária apresentou maior dominância relativa na área 81,97% que conseqüentemente elevou seu índice de valor de importância 115,54%. As duas plantas daninhas que também apresentaram destaque foram *O. latifolia* e *Cyperus esculentus* com índice de valor de importância de 86,40 e 58,16% e densidade relativa na ordem de 56,73 e 27,35%.

O tratamento do milho cultivado sobre a cobertura de trigo, foram encontradas 10 espécies de plantas daninhas (Figura 11 D). A espécie infestante que teve maior destaque é *C. esculentus* com índice de importância de 102,79%. Outras plantas daninhas com alto IVI

foram *Triticum* e *Oxalis latifolia* 67,29 e 51,72 %, sendo o *Triticum* a cultura que foi manejada no período de inverno na área.

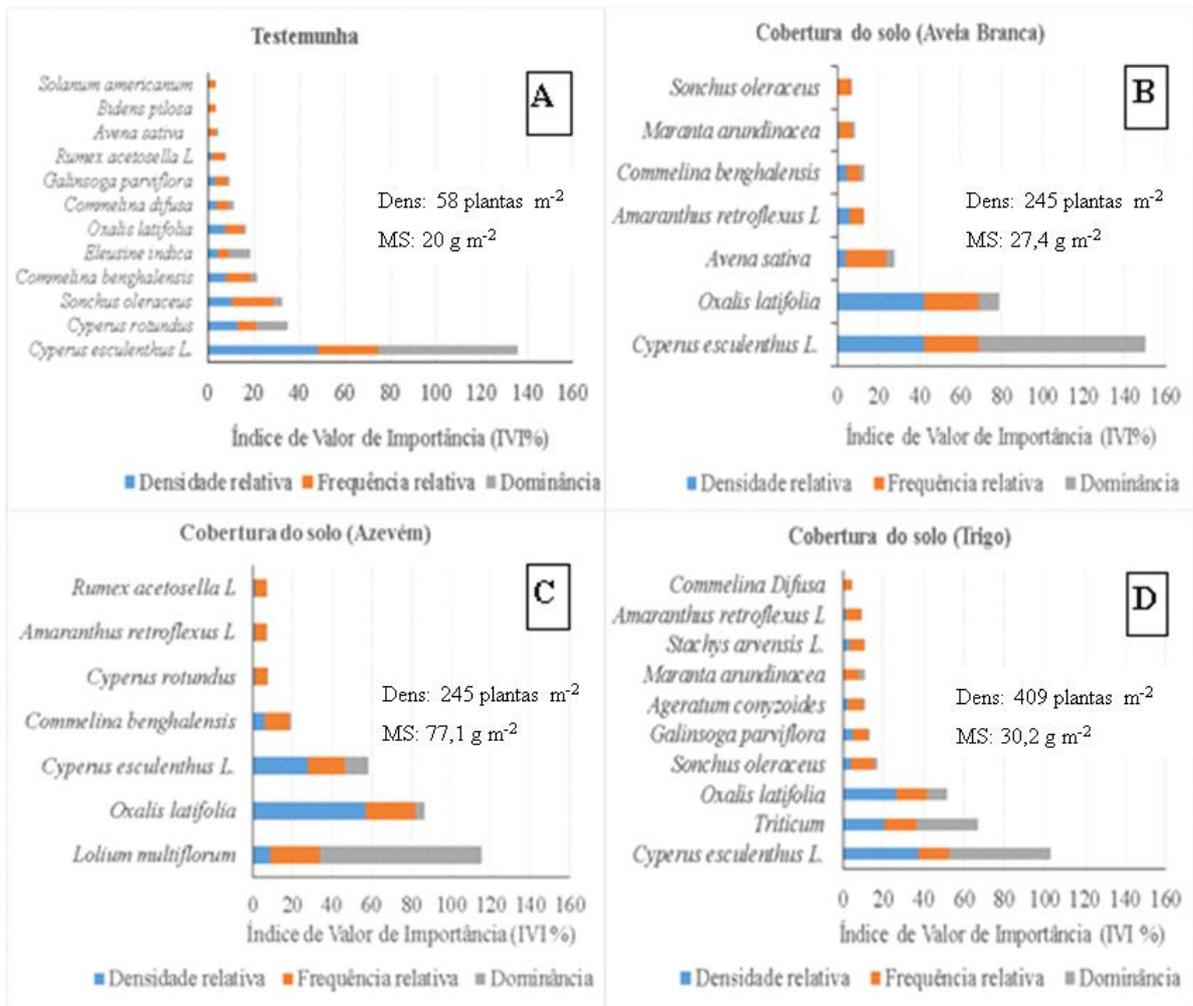


Figura 11. Índice de valor de importância de plantas daninhas presentes na área experimental do levantamento fitossociológico realizado nos cultivos de inverno e na testemunha em novembro de 2020, após a implantação da cultura do milho, Viçosa- MG. A- Testemunha, B- Tratamento com aveia branca, C- Tratamento com Azevém e D- Tratamento com trigo.

A espécie *C. esculentus* planta de metabolismo fotossintético C4, apresentou maior índice de importância no segundo levantamento fitossociológico realizado na cultura do milho sob as coberturas de inverno. Espécies de plantas daninhas C4 tem maior taxa de crescimento, maior eficiência para produzir biomassa seca e melhor aproveitamento da luminosidade (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011) e temperatura no verão quando comparadas a plantas de metabolismo C3 e apresenta sucesso na propagação de sua espécie.

A utilização de plantas de cobertura reduz significativamente o banco de sementes de plantas daninhas no solo e a intensidade de infestação de plantas daninhas. A presença de

palhada na superfície do solo pode modificar as condições para a germinação de sementes e emergência das plântulas, em razão do efeito físico de cobertura e da liberação de substâncias alelopáticas (THEISEN et al.,2000; FÁVERO et al.,2001; MONQUERO et al, 2009).

Bueno et al. (2007) reforça que em plantas de azevém existem diferentes compostos alelopáticos presentes que são capazes de inibir a germinação e o desenvolvimento de plantas daninhas. Moraes et al., (2009) afirma que por meio dos compostos alelopáticos presentes na planta e pela atuação como barreira física, o azevém reduz o número de plantas daninhas nas culturas subsequentes.

O azevém proporcionou uma taxa de cobertura de solo elevada e sua palhada tem decomposição lenta que permite maior permanência do material vegetal na superfície do solo. Com isso ocorre supressão das plantas daninhas, que aparecem em menor densidade e com menor acúmulo de massa seca (BALBINOT JR et al., 2007). No entanto, deve ser realizado um manejo eficiente do azevém na área de cultivo, apesar de ser utilizada como uma espécie forrageira e de cobertura do solo pode tornar-se uma planta daninha, em decorrência da ressemeadura das sementes da cultura.

As coberturas de inverno propiciaram uma redução na diversidade de plantas daninhas em todos os tratamentos na segunda avaliação fitossociológica realizada no período de verão na cultura do milho. A redução na diversidade florística indica que sombreamento causado pelo material vegetal vivo e o efeito alelopático, a formação de palhada de ambas espécies pode constituir um método importante para o manejo integrado de plantas daninhas.

4.8. Produtividade do milho

O quadro da ANOVA (Tabela 12) evidenciou que não houve efeito significativo ($P=0,9574$) na produtividade de grãos do cultivo de verão o milho sob semeadura direta das coberturas de inverno aveia branca, azevém e trigo.

Tabela 12. Produtividade do milho em semeadura direta sob os cultivos de inverno

Fonte de variação	Grau de liberdade	F	P valor
Espécie	2	0,0438	0,9574

A produtividade média obtida do milho sobre as diferentes coberturas de inverno foi de $9752 \pm 114,4 \text{ Kg. ha}^{-1}$ (Figura 12).

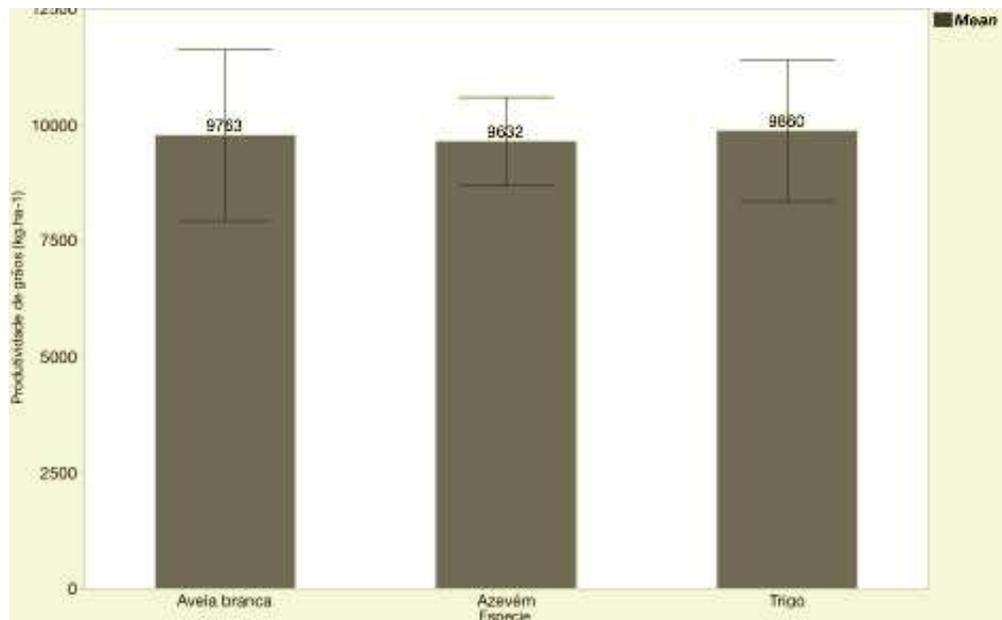


Figura 12. Média da produtividade de grãos de milho implantados sob semeadura direta sobre as espécies forrageiras de inverno aveia-branca (*Avena sativa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e trigo (*Triticum aestivum*). Março de 2021, Viçosa –MG.

Os efeitos do plantio direto bem implantado nos primeiros anos são indiretos, maiores efeitos refletindo em produtividade na cultura do milho em sucessão a coberturas do solo poderão ser vistos em sistemas já estabilizados após cinco anos de implantação.

5. CONCLUSÃO

As espécies de inverno aveia-branca e azevém cultivadas mostraram desempenho agrônomico satisfatórios para produção fitomassa e aporte de resíduos alcançando média de 8441 Kg ha^{-1} de MS e 2.371 Kg ha^{-1} de MS respectivamente.

Os cultivos das espécies hibernais manejados no período de inverno não afetaram a produtividade média obtida na cultura do milho no seu primeiro ciclo, resultados mais promissores poderão ser alcançados no sistema de semeadura direta quando conduzidos a longo prazo.

As espécies forrageiras aveia-branca e azevém foram complementares durante seu desenvolvimento, inicialmente a aveia-branca teve alta produção de massa de forragem, mas foi compensada pelo azevém ao longo do pastejo. O consórcio com ambas as espécies é uma possibilidade a ser considerada. O cultivo do trigo apresentou média produtiva compatível com o esperado para variedade com produção de grãos de 5581 kg ha^{-1} e um aporte de

resíduos na ordem de 2226 kg ha⁻¹, sendo o aporte de resíduos obtido semelhantes as demais culturas de inverno.

A adubação nitrogenada realizada em cobertura na aveia branca e azevém durante o ciclo de simulação de pastejo inicialmente foram atendidas até o segundo e terceiro corte de ambas as culturas. Contudo, ao longo do ciclo das forrageiras haveria a necessidade de uma nova adubação de nitrogênio em cobertura para auxiliar no desenvolvimento das culturas, inferindo sobre a produtividade total de forragem e no número de cortes e pastejo.

A análise das plantas daninhas no cultivo do milho com a sucessão das culturas de inverno aveia branca e azevém foram as que mais reduziram a diversidade florística de plantas daninhas presentes na área e o azevém ainda foi mais eficiente no controle de plantas daninhas do gênero *Cyperus*. No entanto, a área com a cobertura do azevém apresentou maior dominância na área tornando se também uma planta daninha de difícil manejo na cultura do milho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. C. **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro**. In: ARAUJO, A.P. & ALVES, B.J.R. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 8. p. 325-380, 2013.

ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAIS, A.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M. Ciclagem de nutrientes e adubação. In: ASSMANN, A. L.; SOARES A. B.; ASSMANN, T. S. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, p.16-24, 2008.

BALBINO, C. L.; CORDEIRO, L. A. M; SILVA, V. P; MORAES, A; MARTÍNEZ, G. B; ALVARENGA, R. C; KICHEL, A. N; FONTANELI, R. S; SANTOS, H. P; FRANCHINI, J. C; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração

lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p.1-12, 2011.

BALBINOT JUNIOR., A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW. J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 105-112, 1997.

BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; TORNQUIST, C. G.; CERRI, C. E.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; NICOLOSO, R. S.; CARVALHO, P. C. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. VII, p. 55-118, 2011.

BARTHAM, G. T. **Experimental techniques: The HFRO sward stick**. In: Hill farming research. Edinburgh: HFRO, 1985. p. 29-30. (Organisation Biennial Report 1984–85).

BORKET, C.M.; GAUDENCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.

BOVAL, M; DIXON. R. M. The importance of grasslands for animal production and other functions: A review on management and methodological progress in the tropics. **Animal**. p. 748–762, 2012.

BRAUN-BLANQUET, J. **Sociología vegetal: estudio de las comunidades vegetales**. [s.l.] Acme, 1950.

BUENO, J.; AMIAMA, C.; HERNANZ, J. L. No-tillage drilling of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum Lam*): Crop residue effects, yields and economic benefits. *Soil Till. Res.*, v. 95, n. 1-2, p. 61-68, 2007.

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: can grazing behavior support innovations in grassland management ? Tropical Grasslands – **Forrajes Tropicales** [on-line], v. 1, p. 137–155, 2013.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A; ANGHINONI, I.; LANG, C. R.; SILVA, J. L. SULC, R. M.; TRACY, B. Manejo da integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto na

região de clima subtropical. **Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha**, Uberaba- MG, p. 77-184, 2006.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PADANOSCHI A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527–538, 1998.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 25-42, 2007.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: Estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.32, n. ½, p. 15-43, 2015.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Editora UFLA, 2002.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n. 100, 2007.

DEMETRIO, J. V.; COSTA, A. C. T. da; OLIVEIRA, P. S. R. de. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos e corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p. 198-205, 2012.

DIFANTE, G. S.; MARCHEZAN, E.; VILLA, S. C. C.; ROCHA, M. G.; SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1107- 1113, 2006 (supl.).

EIDT, J. **Metas de manejo para pastos de Tifton 85 submetidos a diferentes estratégias de utilização: impactos na estrutura do pasto, eficiência de colheita e produção de forragem**. 2015. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ELLENBERG, D.; MUELLER-DOMBOIS, D. **Aims and methods of vegetation ecology**. [s.l.] Wiley New York, 1974.

ELTZ, F. L. P.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 259–267, 1989.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **ILPF em números**. Sinop, MT: Embrapa, 2016. 12 p. 01 Folder. ILPF em números. Disponível em:<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2016-cpamtilpf-em-numeros.pdf>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

ENTZ, M. H.; BELLOTTI, B.; POWELL, J. M.; ANGADI, S. V.; CHEN, W.; OMINSKI, K. H.; BOELT, B. Evolution of integrated crop-livestock production systems. In: D. A. McGilloway (ed.) *Grass-land: A global resource*. Wageningen Academic Publ., Wageningen, Netherlands, p. 137-148, 2005.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification**. Rome: FAO, 2010. 64 p

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Building a common vision for sustainable food and agriculture: Principles and Approaches**, Rome, 2014, 56 p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COTSA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1355-1362, 2001.

FERRARI, E. A. **Desenvolvimento da agricultura familiar: a experiência do CTA-ZM**. In: ALVARES V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: JARD, 1996. p.233- 250.

FLORES, R. A.; M, DALL' AGNOL.; C. NABINGER.; D. P. MONTARDO. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1168-1175, 2008.

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

FRANCO, F. S. **Diagnóstico e desenho de sistemas agroflorestais em microbacias hidrográficas no município de Araponga, Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa MG:

UFV, 1995. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop–livestock systems in the southeastern USA. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 2, p. 361–372, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J.; LEMAIRE, G.; CARVALHO, P. C. F.; SULC, R. M.; DEDIEU, B. Toward agricultural sustainability through integrated crop-livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 29, p. 192 – 194, 2014.

FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMNETO, P. G. M. L.; & NUNES, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, 27 (2), 241-247, 2009.

GADANAKIS, Y.; BENNETT, R.; PARK, J.; AREAL, F. J. Evaluating the sustainable intensification of arable farms. **Journal of Environmental Management**, London, v. 150, p. 288– 298, 2015

GARNETT, T.; APPLEBY, M.C.; BALMFORD, A.; BATEMAN, I.J.; BENTON, T.G.; BLOOMER, P.; BURLINGAME, B.; DAWKINS, M.; DOLAN, L.; FRASER, D.; HERRERO, M.; HOFFMANN, I.; SMITH, P.; THORNTON, P.K.; TOULMIN, C.; VERMEULEN, S.J.; GODFRAY, H.C.J. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. **Science**. v. 341, p. 33-34, 2013.

GARRETT, R.; NILES, M.; GIL, J.; DY, P.; REIS, J.; VALENTIM, J. Políticas for reintegrating crop and livestock systems: a comparative analysis. **Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 473, 2017.

GOMES, G. L. G. C.; IBRAHIM, F. N.; MACEDO, G. L.; NOBREGA, L. P.; ALVES, E. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na Bananicultura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, n.1, p. 61-68, 2010.

GRECCO, F. C. de A. R.; CUNHA FILHO, L. F. C.; OKANO, W.; SILVA, L. C.; ZUNDT, M.; VIANNA, L. C. Produtividade e composição de gramíneas temperadas na cidade de Arapongas. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, v. 7, n. 1, p. 17–23, 2012.

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SALTON, J.C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 4).

KEMP, D. R.; MICHALK, D. L. Towards sustainable grassland and livestock management. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 145, n. 06, p. 543–564, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. **Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 131-141.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MÜLLER, M. **Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária Floresta**. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 21-33. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

LAMEGO, F. P. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate: coberturas de inverno e herbicidas em pré-semeadura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 433-442, 2013.

LEAL, E. C.; VIEIRA, I. C.; G.; KATO, M. S. A. **Banco de sementes em sistemas de produção de agricultura com queima e sem queima no município de Marapanim, Pará**. B. Museu Paraense Emílio Goeldi, 1 (1), 19-29, 2006.

LEMAIRE, G.; KHAITY, M.; ONILLON, B.; ALLIRAND, J. M.; CHARTIER, M.; GOSSE, G. Dynamics of accumulation and partitioning of N in leaves, stems, and roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) in a dense canopy. **Annals of Botany**, Londres, v. 70, p. 429-435, 1992.

LEMAIRE, G.; GASTA, F. **Nuptake and distribution in plantcanopies**. In: Lemaire G, ed. *Diagnosis on the nitrogen status in crops*. Heidelberg: Springer-Verlag, p. 3-43, 1997

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; PLENET, D. **Dynamics of N uptake and N distribution in plant canopies. Use of crop N status index in crop modelling**. In : LEMAIRES, G. (Ed.). *Diagnostic procedures for crop N management*. Paris: INRA, p.16-29, 1997.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 190, p. 4–8, 2014.

- LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M. H.; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. **European Journal of agronomy**, v. 28, n. 4, p. 614–624, 2008.
- LEMAIRE, G.; SINCLAIR, T.; SADRAS, V.; BELANGER, G. Allometric approach to crop nutrition and implications for crop diagnosis and phenotyping. **A review. Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 2, 2019.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2008. v. 4, 640 p.
- MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G. K.; SANTOS, L. S.; PANOZZO, L. E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Planta Daninha**, 27:289-296, 2009.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.133-146, 2009.
- MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Appl. Anim. Behavioural Science.*, v. 153, p. 1-9, 2014.
- MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFF SANTOS L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M.S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.
- MONQUERO, P. A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RIMA, p. 400, 2014.
- MORAES, A. et al. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**, v. 1, p. 3-42, 2002.
- MORAES, A. de.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V .G. D. A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**. v. 57, p. 4–9, 2014.
- MORAES, A. et al. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária: Conceitos Básicos e Histórico no Brasil. In: SOUZA, E. D. et al. (EDs.). **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**. Tubarão: Copiart, p.13-28, 2018.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). World population prospects: The 2010 revision. Annual population 2011-2100 coth sex. 2011.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Biologia e Manejo de plantas daninhas. 1ed. Curitiba: OMNIPAX, 2011. 348p. PECHE FILHO, A. Mecanização do sistema plantio direto. **O Agrônomo**, Campinas, SP, v. 57, n. 1, p. 17-18, 2005.

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

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 2, p. 094-101, 2008.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Weed ecology. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 588p.

ROMAN, E.S.; DIDONET, A.D. **Controle de plantas daninhas no plantio direto de trigo e soja**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1990. 32p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 2).

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J. P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming? **Animal**, v. 6, p. 1722-1730, 2012.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HENDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, K.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. 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.

SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J.H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência rural**, v. 41, p.1315-1322, 2011.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 477- 486, 2003.

SARTOR, L. R. **Atributos químicos e biológicos do solo, rendimento e valor nutritivo de grãos em sistema de integração lavoura pecuária em resposta ao nitrogênio**. 2012. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCHONS, R. **Critério para manejo de pastagens fundamentado no comportamento ingestivo dos animais: Um exemplo com pastoreio rotativo conduzido sob metas contrastantes**. Porto Alegre, 2015. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.223-228, 2001.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 249 – 254, 1985.

SILVA, M. F.; SILVA, A. C. Produção de leite: análise dos dados no Brasil, estado de Minas Gerais, zona da mata e microrregião de Viçosa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.3, n.2., p.74-83, 2013.

SILVA, P. R. F. da.; SILVA, A. A.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L. e FORSTHOFER, E. L. Manejo da ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) para cultivo do milho em sucessão, sob adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n.1, p. 50-59, 2007.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 2009. 627p.

SILVA, M. J.; BALBINO, L. C.; CARDOSO, D. A. B.; MIRANDA, L. M.; PIMENTEL, L. D. Características bromatológicas em híbridos de milho para produção de silagem no estado de Minas Gerais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 76-82, abr./jun. 2018. ISSN 2358-6303.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.3, p. 550-556, 2011.

SOARES, A.B.; AIOLFI, R.B.; DE BORTOLLI, M.A.; ASSMANN, T.S. e ZATTA, A.C. **Produção animal e vegetal em sistemas integrados de produção agropecuária**. In: Anais do III Simpósio de Produção Animal a Pasto, NEPRU – Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes, Dois Vizinhos, Paraná, 2015.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2 supl., p. 908-917, 2002.

TEIXEIRA NERY, Jonas. Dinâmica climática da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 1, dez. 2005. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25233>>. Acesso em:06 junho. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25233>.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 753-756, 2000.

TONETTO, C. J.; MULLER, L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; BANDEIRA, A. H.; MORAIS, K. P, LEAL, L. T, MILTTEMANN, A.; DOURADO NETO, D. Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Zootecnia Tropical**, v. 29, n.2, p. 169-178, 2011.

TREVISAN, R.G.; FREDDI, O. D. S.; WRUCK, F. J.; TAVANTI, R. R.; PERES, F. S. C. Variability of physical properties of soil and rice grown under cover crops in crop-livestock integrated system. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 1, p. 145-154, 2017.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.1-10, 2004.

VARGAS, L.; BIANCHI, M. A.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VIANA, M. C. M.; MAGALHÃES, L. L.; QUEIROZ, D. S.; OFUGI, C.; MELIDO, R. C. N.; GOMES, R. J.; MASCARENHAS, M. H. T. Experiências com sistema integração lavoura pecuária floresta em minas gerais. **Revista informe agropecuário**, v. 31, n. 257, 2010.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I – plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. **Controle de plantas daninhas: sistemas de manejo de culturas com soja e feitos alelopáticos do ácido aconítico**. Londrina: Embrapa, 2013.

ZOBIOLE, L. H. S.; KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; PEREIRA, G.; LUCIO, F. R.; ROSSI, C.; RUBIN, R. S. Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 157-164, 2016