

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

RAFAEL BALBINO COVIELLO

PRODUÇÃO DE RABANETE EM ÁREA CULTIVADA COM PLANTAS DE
ADUBAÇÃO VERDE

Monte Carmelo

2023

RAFAEL BALBINO COVIELLO

PRODUÇÃO DE RABANETE EM ÁREA CULTIVADA COM PLANTAS DE
ADUBAÇÃO VERDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos

Monte Carmelo

2023

RAFAEL BALBINO COVIELLO

PRODUÇÃO DE RABANETE EM ÁREA CULTIVADA COM PLANTAS DE
ADUBAÇÃO VERDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Agronomia da Universidade
Federal de Uberlândia, Campus Monte
Carmelo, como requisito necessário para a
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 05 de abril de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos
Orientador

Prof. Dra. Renata Castoldi
Membro da banca

Me. Thúlio Pereira Mattos
Membro da banca

Monte Carmelo
2023

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 9 |
| 3 OBJETIVO | 10 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA..... | 11 |
| 5 MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 5.1 Produção das plantas de cobertura..... | 16 |
| 5.2 Produção do rabanete..... | 19 |
| 5.3 Avaliações..... | 22 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 23 |
| 7 CONCLUSÕES | 34 |
| REFERÊNCIAS | 35 |

RESUMO

O rabanete (*Raphanus sativus L.*) é uma olerícola pertencente à família Brassicaceae e reconhecido como uma hortaliça de ciclo anual com porte reduzido, além de ser uma planta rústica e de ciclo curto. Com crescimento acelerado, requer grande quantidade de fertilizantes e intensivo preparo do solo, o que pode gerar degradação ambiental, problemas com plantas daninhas, etc. Nessa perspectiva, o uso da adubação verde é uma importante alternativa para manejo sustentável em áreas de cultivo de rabanete. Porém, é possível que o cultivo prévio de plantas como mucuna, aveia, crotalária e sorgo possa gerar efeitos diversos no cultivo imediato do rabanete após o manejo dessas plantas. Objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito do cultivo prévio das plantas de adubação verde na produção de rabanete. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por aveia branca, aveia preta, *Crotalaria spectabilis*, mucuna-preta, sorgo e testemunha (sem planta de cobertura). As plantas de adubo verde se desenvolveram por 66 dias e foram avaliadas quanto à massa verde e massa seca. Após, foram incorporadas ao solo, onde foram semeados os rabanetes. Aos sete dias após a semeadura, seguiu-se à avaliação da densidade e caracterização das plantas daninhas, e aos 30 dias foi realizada a colheita. Foram avaliados: volume de raízes, número de folhas, biomassa fresca e seca, diâmetro e comprimento das raízes e número de deformações nos rabanetes. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste Tukey, com 5% de probabilidade de erro. Foi observado que a aveia preta produziu massa verde superior em relação à mucuna e obteve melhor produção de massa seca comparado à mucuna e crotalária. Quanto às avaliações de plantas daninhas, todos os tratamentos reduziram a população em relação à testemunha, especialmente sorgo e crotalária. No desenvolvimento e produção do rabanete, o tratamento com aveia preta incorporada demonstrou melhor resultado, porém, crotalária e sorgo afetaram o rabanete negativamente. Dessa forma, ficou evidenciado que o cultivo prévio de adubos verdes pode favorecer a produção de rabanete, no entanto, a escolha das espécies e o intervalo de tempo entre incorporação e plantio são fundamentais.

PALAVRAS-CHAVE: *Avena sativa L*; *Avena strigosa Schreb*; *Crotalaria spectabilis*; *Mucuna aterrima*; *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

The radish (*Raphanus sativus* L.) is a vegetable belonging to the Brassicaceae family and recognized as an annual cycle vegetable with reduced size, in addition to being a rustic plant with a short cycle. With accelerated growth, it requires large amounts of fertilizers and intensive soil preparation, which can lead to environmental degradation, problems with weeds, etc. In this perspective, the use of green manure is an important alternative for sustainable management in areas of radish cultivation. However, it is possible that the previous cultivation of plants such as velvet bean, oats, crotalaria and sorghum could generate different effects in the immediate cultivation of the radish after management. The objective of this work was to evaluate the effect of previous cultivation of green manure plants on radish production. The experimental design was in randomized blocks, with six treatments and four replications. The treatments consisted of white oat, black oat, *Crotalaria spectabilis*, velvet bean, sorghum and control (without cover plant). The green manure plants developed for 66 days and they were evaluated for green mass and dry mass. Afterwards, they were incorporated into the soil, and the radishes were sown. At seven days after sowing, weed density and characterization were evaluated, and at 30 days the harvest was carried out. The following parameters were evaluated: volume of roots, number of leaves, fresh and dry biomass, diameter and length of roots and number of deformations in radishes. Data were subjected to analysis of variance and the Tukey test, with a 5% probability of error. It was observed that black oat produced more green mass compared to velvet bean and better dry mass production than velvet bean and crotalaria. As for weed evaluations, all treatments reduced the population in relation to the control, especially sorghum and crotalaria. In the development and production of radish, the treatment with incorporated black oats showed better results, however, crotalaria and sorghum affected the radish negatively. Thus, it was evident that the previous cultivation of green manures can favor the production of radish, however, the choice of species and the time interval between incorporation and planting are fundamental.

KEYWORDS: *Avena sativa* L.; *Avena strigosa* Schreb; *Crotalaria spectabilis*; *Mucuna aterrima*; *Sorghum bicolor*.

1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus L.*) é uma olerícola pertencente à família Brassicaceae (OLIVEIRA et al., 2010), reconhecido como uma hortaliça de ciclo anual e de porte reduzido, onde a parte comestível é caracterizada por ser uma raiz tuberosa (SOUZA et al., 2017). Essa raiz apresenta-se com formato globular, ovoide ou alongada, com a polpa de coloração branca e a parte externa avermelhada (RODRIGUES et al., 2013). A cultura tem preferência entre os olericultores, por ser uma planta rústica e de ciclo curto, com colheita realizada de 25 a 35 dias após a sementeira (FILGUEIRA, 2008).

A produção de rabanete se dá por pequenos e médios olericultores localizados nos cinturões verdes das grandes cidades (OLIVEIRA et al., 2010), sendo pouco expressiva quanto à área plantada (PULITI et al., 2009).

O cultivo de rabanete demanda altos níveis de fertilidade do solo, já que possui um ciclo rápido e crescimento acelerado, requerendo altas quantidades de nutrientes em um período curto de tempo (COUTINHO NETO et al., 2010). Com essa elevada demanda de nutrientes, as adubações são realizadas na camada superficial do solo, o que pode gerar acúmulo de nutrientes em camadas inferiores e, conseqüentemente, uma série de prejuízos ao agricultor. (ANDRIOLO, 2017). Os prejuízos podem ser maiores se as condições de preparo do solo forem agressivas e muito intensas.

Diante disso, a adubação verde surge como uma importante alternativa para proteção desse ambiente. A adubação verde é uma prática que consiste no uso de certas plantas, preferencialmente espécies que pertencem às famílias das leguminosas e gramíneas, sendo incorporadas ou deixadas sobre a superfície do solo após atingirem o desenvolvimento vegetativo, com a capacidade de reciclar os nutrientes presentes em camadas profundas do solo, ou na atmosfera, o que resulta em um solo de maior fertilidade e produtividade para as culturas de importância econômica, além de garantir sua conservação e recuperação (SOUZA & PIRES, 2002).

A utilização das plantas de cobertura é justificada pela presença de características que as tornam benéficas, que incluem rusticidade quanto as condições de clima, solo, pragas e doenças e início do desenvolvimento intenso com um sistema radicular vigoroso, no qual permite um rápido fechamento da área. Essas características também proporcionam o controle de plantas daninhas por supressão ou competição.

A capacidade de adaptação da planta ao clima e à fertilidade do solo é essencial para seu crescimento adequado. Apesar de serem rústicas, é necessário garantir minimamente uma

condição para a nutrição, contribuindo para um melhor desempenho e conseqüentemente assegurar os benefícios almejados.

As leguminosas manifestam a capacidade de associação simbiótica de suas raízes com bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais são fixadoras de nitrogênio atmosférico, sendo uma particularidade da família às quais pertencem (ESPÍNDOLA; ALMEIDA; GUERRA, 2004). Essas plantas apresentam maior acúmulo de nutrientes e baixa relação C:N em relação à família das Poaceas, além de apresentarem alta produtividade de massa seca (FAVERO et al., 2000; 2001).

Outra vantagem que as leguminosas possuem é o sistema radicular mais ramificado e profundo, geralmente, promovendo a capacidade de extração de nutrientes de camadas mais profundas do solo, que serão disponibilizados nas camadas superficiais (MIYASAKA et al., 1984). Da mesma maneira, a massa seca acumulada reduz as perdas de solo por erosão significativamente, causando melhoria nas características físicas, biológicas e químicas do solo, resultando em uma maior fertilidade (WUTKE, 1993).

Já as gramíneas são utilizadas como adubo verde pela capacidade de introduzir carbono ao solo via rizodeposição e morte das raízes, colaborando para o aumento do teor de matéria orgânica. Além disso, apresentam sistema radicular altamente desenvolvido superficialmente, que contribui para a atividade microbiana do solo, e também maior volume de raiz, o que favorece a porosidade e agregação do solo, auxiliando na melhor exploração de água e nutrientes pela cultura subsequente (MACEDO et al., 2009).

Ainda, as gramíneas apresentam elevada rusticidade e produção de massa verde e alta relação C/N, ou seja, a decomposição de fitomassa ocorre em menor velocidade, sendo assim, são levadas em consideração constantemente na escolha de culturas para compor um sistema de rotação, principalmente em condições tropicais (BARRADAS, 2010).

2 JUSTIFICATIVA

A adição e balanço de matéria orgânica são fundamentais na recuperação de um solo degradado. A via biológica, determinada pela ação de raízes, atividade macro e microbiológica e decomposição do material orgânico, garante que a melhoria e manutenção das condições físicas internas e externas do solo sejam alcançadas e mantidas (ALVES, 2006). A eficácia da prática de adubação verde é comprovada na reabilitação de solos degradados com resultados positivos nos aspectos físicos, químicos e biológicos, através do uso de plantas condicionadoras do solo e de cobertura.

As plantas de cobertura proporcionam vários efeitos benéficos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, como por exemplo: incremento de matéria orgânica; maior disponibilidade de macro e micronutrientes; contribuição para o aumento da CTC; diminuição dos efeitos tóxicos do alumínio; incremento na mobilização dos nutrientes lixiviados; melhoria na estrutura do solo por meio da ação cimentante da matéria orgânica; aumento da capacidade de retenção de água; aumento da porosidade do solo; e diminuição da densidade do solo pelo efeito microbiótico da matéria orgânica (CALEGARI, 2006).

Por outro lado, no cultivo comercial de hortaliças no Brasil, normalmente ocorre agressivo preparo do solo e intensa aplicação de insumos, especialmente fertilizantes solúveis. A degradação do solo e a perda dos nutrientes por lixiviação ou escorrimento é maior quanto mais frequentes forem as ações de preparo e adubação do solo.

Nesse contexto, o cultivo do rabanete pode ser beneficiado pelo cultivo prévio de plantas de adubo verde, pois, a cultura é colhida com aproximadamente 30 dias, o que favorece sua adequação, garantindo praticidade e rentabilidade. Além disso, demanda solo rico em propriedades físicas e químicas, características amplamente divulgadas nas literaturas como proporcionadas pelas plantas em questão.

Apesar dos benefícios proporcionados, as plantas de cobertura podem afetar negativamente a cultura em sucessão. Algumas espécies podem provocar a imobilização temporária de nutrientes, especialmente gramíneas, que imobilizam principalmente o nitrogênio, devido à elevada relação C/N (BRITO et al., 2019). A liberação de compostos alelopáticos durante a decomposição também pode causar prejuízos, pois, da mesma forma que influenciam a incidência de plantas daninhas, podem exercer efeitos negativos na germinação de sementes ou no desenvolvimento da cultura subsequente (ALVARENGA et al., 2001). Além disso, determinadas espécies podem ter potencial de hospedar pragas e doenças para a cultura comercial, podendo ocasionar grandes impactos econômicos.

3 OBJETIVO

Avaliar os efeitos do cultivo prévio das espécies de adubos verdes (aveia branca, aveia preta, *Crotalaria spectabilis*, mucuna-preta e sorgo) em aspectos qualitativos e quantitativos na produção do rabanete.

4 REVISÃO DE LITERATURA

A produção de rabanete no Brasil é estimada em nove mil toneladas anualmente, cultivadas em cerca de seis mil estabelecimentos agrícolas. A produção está concentrada nas regiões sul e sudeste (IBGE, 2017). A comercialização de sementes no Brasil é de aproximadamente $15,5 \text{ t ano}^{-1}$, sendo cultivados $1.107 \text{ ha ano}^{-1}$ (ABCSEM, 2015).

As olerícolas são comumente produzidas em sistemas conduzidos com intenso revolvimento de solo e sem uso de palhada como cobertura nos canteiros (LIMA C. et al., 2017; VALARINI et al., 2011), favorecendo o aumento da degradação do solo. Este cenário é problemático, com isso, a semeadura direta na palhada é uma alternativa de manejo que assegura a sustentabilidade na produção de hortaliças (FAYAD et al., 2016; HIRATA A.; HIRATA E., 2015).

As plantas de cobertura para a semeadura de hortaliças direta na palhada favorecem a ciclagem de nutrientes, em razão de trazê-los de camadas mais profundas para a camada superficial do solo. A utilização de famílias botânicas diferentes para essa prática, como as gramíneas e leguminosas, potencializa a semeadura direta (CALVO et al., 2010; VIOLA et al., 2013).

A mucuna-preta é uma leguminosa anual de primavera-verão, sendo que seu ciclo até o florescimento é de 140 a 180 dias. Ganha destaque pelo seu caráter agressivo, tolerância à seca e à elevadas temperaturas, além da alta produção de biomassa e ser grande fixadora de nitrogênio (SOARES, 2012; NASCIMENTO & MATTOS, 2007). Apesar do seu crescimento prostrado, tem a capacidade de uma formação rápida de ramos (trepadores) e folhas acima do solo podendo atingir mais de um metro de altura antes de 40 dias após a semeadura (SILVA et al., 2013).

Crotalaria spectabilis Roth, também é uma leguminosa anual de primavera-verão, com ciclo de 90 a 120 dias. Possui crescimento inicial acelerado, rápida cobertura do solo, no qual o rendimento de fitomassa, em geral, é menor do que as demais crotalárias, e eficiência na reciclagem de nutrientes, em especial, macronutrientes. Apresenta elevada capacidade de fixar N e é considerada a leguminosa mais eficiente na redução da população da maior parte dos nematoides, com destaque para o das galhas, do cisto e das lesões (PERIN et al., 2010).

As aveias são gramíneas anuais, que pertencem à família Poaceae, cultivadas no período de outono/inverno e seus ciclos variam de 110 a 130 dias. Plantas bastante difundidas no sul do país, que apresentam grande capacidade de perfilhamento, baixa incidência de pragas e doenças, elevada relação C/N e efeito alelopático sobre diversas plantas infestantes.

Em relação à aveia branca, a aveia preta possui maior capacidade de perfilhamento, é mais rústica para as condições de Cerrado, menos exigente em fertilidade, com maior adaptação a acidez do solo e mais tolerante a seca, sendo, portanto, mais indicada para uso como forrageira (DERPSCH e CALEGARI, 1992; BORTOLINI et al., 2000; CALEGARI, 2001).

O sorgo, uma gramínea anual de primavera/verão, da família Poaceae, com ciclo de 90 a 120 dias. É uma planta típica de clima quente, com características xerófitas, baixa exigência de solos férteis, além de ser tolerante aos estresses abióticos, sendo eles: deficiência hídrica, salinidade e encharcamento. Ressalta-se que é a planta mais tolerante a encharcamentos depois do arroz e a eficiência de uso da água é superior à grande maioria das gramíneas tropicais (TABOSA et al., 1987). A resistência ao déficit hídrico, alto aproveitamento da água e produção de matéria seca, faz do sorgo uma opção de produção de palhada para o sistema de plantio direto (SPD) (MAGALHÃES et al., 2000).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área de experimentação da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo (48°43'37" S; 47°31'28" W; altitude de 900 m). O preparo da área foi realizado utilizando-se de um trator, uma grade e um arado para os trabalhos de aração e gradagem (Figura 1). Após, foram levantados dois canteiros, utilizando-se uma encanteiradora.

Figura 1 - Aração da área



Fonte: autoria própria.

Foi realizada a coleta do solo na profundidade de 0-20 cm (Amostra 1) e de 20-40 cm (Amostra 2), resultando nas análises física (Tabela 1) e química (Tabela 2).

Tabela 1 - Características físicas do solo da área experimental

| IDENTIFICAÇÃO | Areia grossa | Areia fina | Silte | Argila | Classe textural |
|------------------|-------------------------------|------------|-------|--------|-----------------|
| | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | |
| Amostra 1 | 71 | 138 | 266 | 525 | ARGILOSА |
| Amostra 2 | 81 | 153 | 232 | 534 | ARGILOSА |

Fonte: Laboratório de Manejo de Solos - LAMAS.

Tabela 2 - Características químicas do solo da área experimental

| IDENTIFICAÇÃO | pH | P-Mehlich1 | K | Ca | Mg | Al | H+Al | T | t | V |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | (H ₂ O) | mg/dm ³ | mg/dm ³ | -----cmolc kg ⁻¹ ----- | | | | | | % |
| Amostra 1 | 5,0 | 16,24 | 186,8 | 0,40 | 0,10 | 0,10 | 2,00 | 2,90 | 1,00 | 31,8 |
| Amostra 2 | 4,9 | 12,06 | 194,7 | 0,38 | 0,02 | 0,10 | 1,90 | 2,70 | 1,00 | 31,8 |

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal – LABAS.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por testemunha (sem a presença de plantas de cobertura) e pelo plantio prévio das seguintes espécies de adubos verdes: aveia branca (*Avena sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) e sorgo (*Sorghum bicolor*). As parcelas experimentais mediam dois metros de comprimento e um metro de largura (2,0 m²), inseridas em seis canteiros espaçados em 0,8 m, exceto o espaçamento médio, onde foi de 4,0 m para favorecer o manejo (Figura 2).

Figura 2 - Experimento estruturado

Fonte: autoria própria.

Antecedendo a semeadura das plantas de cobertura, o índice germinativo das sementes foi verificado pelo teste de germinação. Foi utilizado papel germitest com acondicionamento em sacos plásticos (Figura 3). O índice foi determinado em 100 sementes de cada espécie.

Figura 3 - Avaliação do índice de germinação de sementes de sorgo em papel germitest.



Fonte: autoria própria.

Para a quantificação das sementes necessárias no plantio foram seguidas as recomendações dos fabricantes. Para a semeadura de aveia branca e aveia preta foram utilizados 80 kg ha^{-1} , para crotalária foram utilizados 12 kg ha^{-1} , para mucuna-preta 80 kg ha^{-1} e para sorgo 12 kg ha^{-1} . A quantidade de sementes de cada espécie por parcela foi determinada conforme a Tabela 3. Após a quantificação, as sementes passaram por um tratamento com o fungicida carbendazim, seguindo a bula do fabricante.

Tabela 3 - Quantidade de sementes proporcional à parcela experimental.

| Espécie | Recomendação (kg ha^{-1}) | Por parcela (g) |
|-------------------------------|--|------------------------|
| Aveia branca | 80 | 25 |
| Aveia preta | 80 | 25 |
| <i>Crotalaria spectabilis</i> | 12 | 10 |
| Mucuna-preta | 80 | 30 |
| Sorgo | 12 | 10 |

5.1 Produção das plantas de cobertura

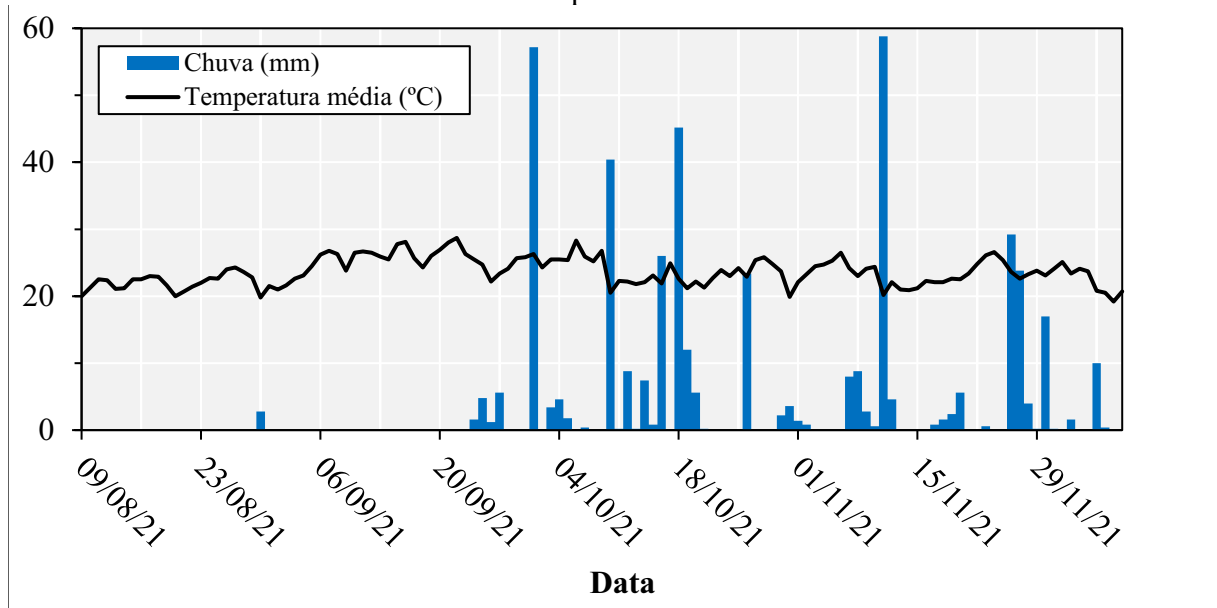
A semeadura ocorreu em 09 de agosto e as parcelas (2 x 1 m) foram compostas por quatro linhas, com espaçamento de 0,2 m entre linhas e sementes distribuídas de forma homogênea (Figura 4). Como o objetivo era avaliar o efeito da adubação verde, não foi realizada adubação de plantio para as plantas de cobertura, porém, 30 dias após a semeadura foram aplicados a lanço 200 kg ha⁻¹ da formulação NPK 20-0-20, correspondendo a 40 gramas por parcela. A semeadura ocorreu durante o mês de agosto, período de déficit hídrico (Figura 5), portanto, houve a instalação de irrigação por gotejamento (Figura 6), a fim de suprir a demanda hídrica.

Figura 4 - Semeadura das plantas de cobertura



Fonte: autoria própria.

Figura 5 - Temperatura média (°C) e chuva (mm) no município de Monte Carmelo-MG durante o cultivo das plantas de cobertura e do rabanete



Fonte: SISMET COOXUPÉ.

Figura 6 - Irrigação por gotejamento



Fonte: autoria própria.

Em relação ao manejo de plantas daninhas, realizou-se totalmente de forma manual quando necessário.

Após 66 dias de plantio, com o crescimento vegetativo estabelecido das espécies das plantas de cobertura (Figura 7), foram quantificados os acúmulos de massa fresca e massa seca. Para isso, houve coleta de amostras para a determinação do acúmulo de biomassa em uma faixa de 50 cm, em duas linhas de cada parcela. O material foi armazenado em sacos plásticos transparentes e encaminhado ao Laboratório de Fitotecnia (LAFIT) da Universidade Federal de Uberlândia, realizando a pesagem e determinando a biomassa verde com uma balança de precisão. Com a quantificação da biomassa verde, o material foi colocado em embalagens de papel em uma estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 75° C durante 72 horas e enfim pesado, determinando-se a biomassa seca (Figura 8).

Figura 7 - Desenvolvimento vegetativo de aveia, crotalária, mucuna-preta e sorgo



Fonte: autoria própria.

Figura 8 - Coleta das amostras de biomassa



Fonte: autoria própria.

5.2 Produção do rabanete

Com a determinação da biomassa, no dia 18 de outubro uma adubação de plantio com NPK foi realizada, referente à recomendação do fabricante das sementes, utilizando 207 kg ha^{-1} na formulação 08-43-08. Além disso, houve distribuição de 2500 kg ha^{-1} de calcário. Toda a adubação foi a lanço com posterior incorporação utilizando-se de uma rotoencanteiradora (Figura 9).

Figura 9 - Distribuição de adubo e calcário e incorporação mecânica das plantas de cobertura



Fonte: autoria própria.

Após 21 dias da incorporação, houve a semeadura do rabanete redondo vermelho gigante, da empresa Horticerres Sementes. Foi adotado o plantio nas parcelas de 2 m² (2 x 1 m) com quatro linhas por parcela, espaçamento de 0,2 m entre linhas e de aproximadamente 5,0 cm entre plantas. Além disso, foi efetuado o desbaste das plantas excedentes, a fim de manter 20 plantas por linha. (Figura 10). Não foi realizada adubação de cobertura para o rabanete com o objetivo de avaliar o efeito dos adubos verdes.

Figura 10 - Parcela semeada com rabanete antes do desbaste



Fonte: autoria própria.

Após sete dias da semeadura do rabanete foi feita a contabilização e identificação de plantas daninhas como variável comparativa entre os tratamentos. Todas as plantas daninhas foram identificadas e contadas em cada parcela. Posteriormente, foi realizado o controle das plantas daninhas manualmente.

Aos 30 dias após a semeadura, o rabanete foi colhido. Foram escolhidos os 0,50 m representativos de cada parcela (Figura 11) e foram realizadas as seguintes avaliações: volume de raízes, número de folhas, biomassa fresca e seca das folhas e raízes, diâmetro e comprimento das raízes e número de deformações nos rabanetes. O procedimento de avaliação foi semelhante ao procedimento das plantas de cobertura, transportando o material em sacos plásticos para o Laboratório de Fitotecnia da UFU, contabilizando primeiramente a massa verde, conseqüentemente a massa seca após a passagem pela estufa a 75° C durante 72 horas, porém com a separação entre parte aérea e raiz (Figura 12). O diâmetro das raízes foi medido por um

paquímetro e volume das raízes por meio do deslocamento do volume de água em uma proveta graduada ao inserir as raízes.

Figura 11 - Colheita do rabanete para análise no Laboratório de Fitotecnia da UFU.



Fonte: autoria própria.

Figura 12 - Análise das variáveis de produção do rabanete no Laboratório de Fitotecnia da UFU.



Fonte: autoria própria.

5.3 Avaliações

Para as avaliações das biomassas dos adubos verdes, foram determinadas as produtividades ($t\ ha^{-1}$) considerando a pesagem das amostras, centímetros colhidos e metros lineares, de acordo com o seguinte cálculo:

$$\frac{\textit{centímetros colhidos}}{\textit{metros lineares}} = \frac{\textit{biomassa pesada}}{\textit{produtividade}}$$

Em relação às avaliações de plantas daninhas, foram determinadas em cada tratamento quais espécies ocorreram e a população de plantas. Além disso, foi verificada a frequência relativa (%) das diferentes espécies identificadas, através da equação:

$$\frac{\textit{número de plantas de determinada espécie}}{\textit{total de plantas de todas as espécies}} \times 100$$

Já para as variáveis que envolveram a produção de rabanete (número de folhas, massa verde e massa seca de folhas e raízes, diâmetro, comprimento, volume e deformação de raiz), foram definidas em função do total de plantas em cada amostra, resultando em médias por plantas. Por fim, as produtividades dos rabanetes ($kg\ ha^{-1}$) foram determinadas através da massa verde das raízes em cada amostra, também considerando os centímetros colhidos e metros lineares, obtidas com a equação:

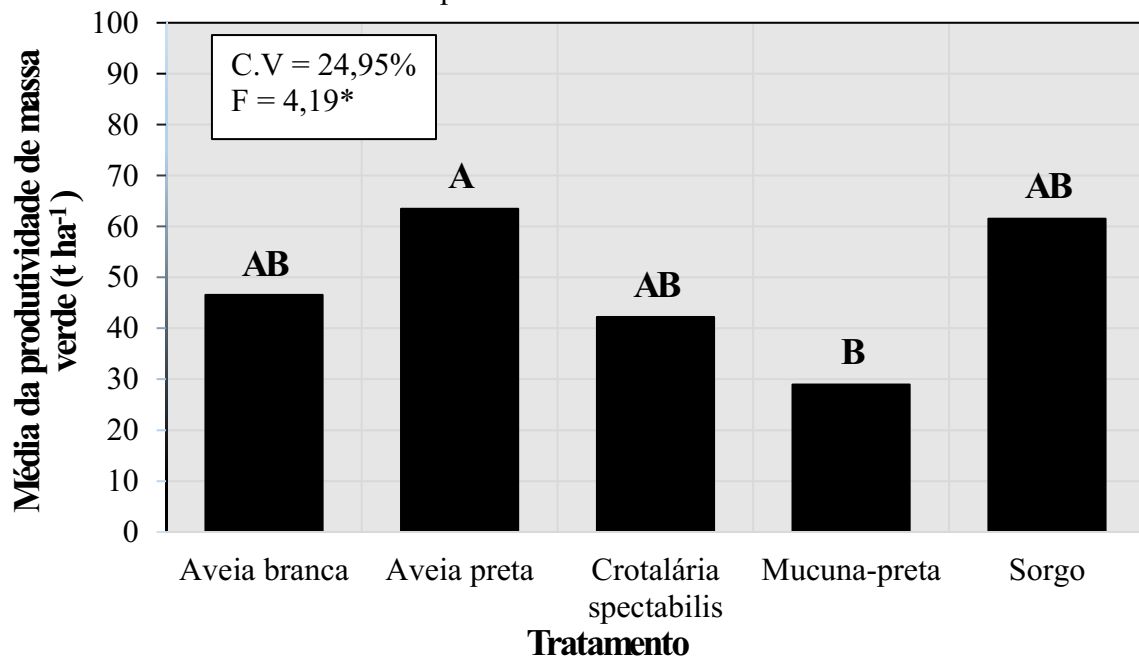
$$\frac{\textit{centímetros colhidos}}{\textit{metros lineares}} = \frac{\textit{massa verde das raízes}}{\textit{produtividade}}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância e o comparativo das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro utilizando-se do software SISVAR.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à produção de biomassa pelas plantas de adubo verde, houveram diferenças na produtividade. As plantas de aveia preta apresentaram maior biomassa verde ($63,46 \text{ t ha}^{-1}$) em relação às plantas de mucuna ($28,94 \text{ t ha}^{-1}$). A diferença foi superior a 100%. Já os tratamentos com sorgo, aveia-branca e crotalária demonstraram produções iguais, segundo o teste, com $61,53$; $46,54$ e $42,2 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, também não se diferindo das plantas de aveia preta e mucuna (Figura 13).

Figura 13 - Produtividade de massa verde por espécies de plantas de cobertura cultivadas previamente ao rabanete

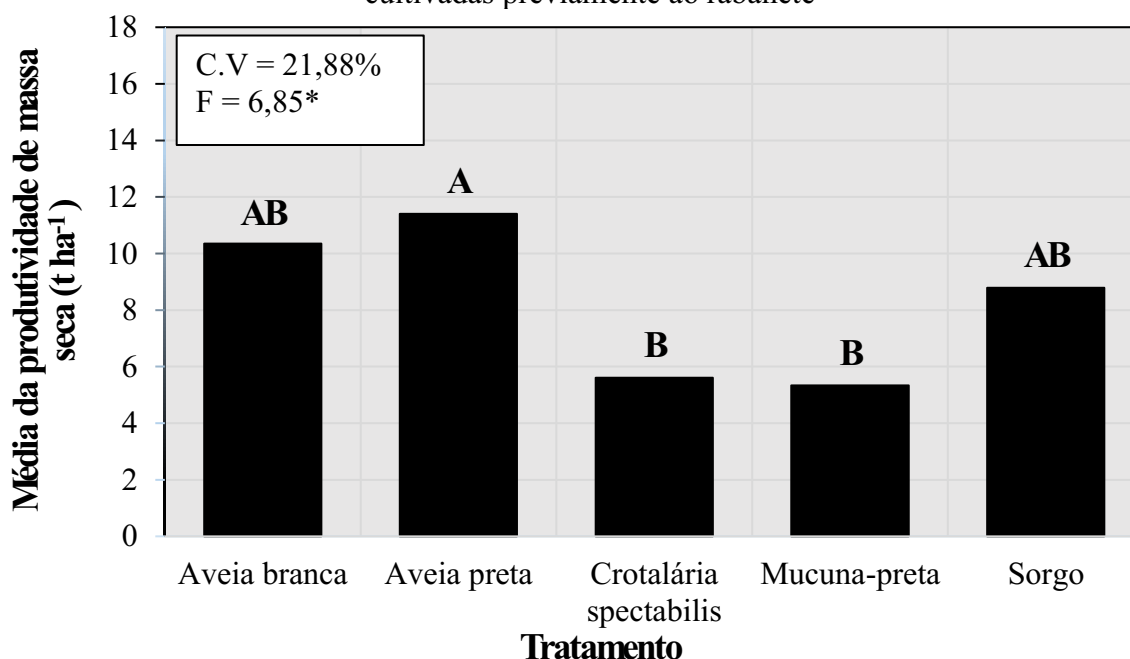


Fonte: autoria própria.

CV: Coeficiente de variação; F: valor da estatística F; * indica significância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Colunas seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Com relação ao acúmulo de massa seca, a aveia preta também produziu mais ($11,4 \text{ t ha}^{-1}$) em relação à crotalária ($5,61 \text{ t ha}^{-1}$) e à mucuna-preta ($5,34 \text{ t ha}^{-1}$), resultando em uma diferença próxima ao dobro. Os resultados obtidos em aveia branca foram de $10,35 \text{ t ha}^{-1}$ e em sorgo de $8,79 \text{ t ha}^{-1}$, evidenciando que não houve diferença das produções entre si e quando comparadas às demais plantas (Figura 14).

Figura 14 - Produtividade de massa seca por diferentes espécies de plantas de cobertura cultivadas previamente ao rabanete



Fonte: autoria própria.

CV: Coeficiente de variação; F: valor da estatística F; * indica significância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Colunas seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A produção de fitomassa das espécies utilizadas como adubo verde é influenciada por diversos fatores como condições climáticas, edáficas e fitossanitárias (AMADO, 2002). Portanto, o melhor rendimento de massa seca observado para aveia-preta em relação à crotalária e à mucuna, provavelmente, se deve à preferência climática dessas plantas. Aveias, quando sujeitas a altas temperaturas, tendem a acelerar o ciclo (MUNDSTOCK, 1983), porém, as temperaturas médias inferiores em agosto (Figura 5), período em que o experimento foi instalado, favoreceram as plantas de inverno. De acordo com Calegari (2006), a produção de matéria seca para a aveia preta pode variar entre 2 a 11 t ha⁻¹, corroborando o resultado obtido no atual trabalho.

Apesar do menor rendimento de massa seca, *Crotalaria spectabilis* possui potencial de produção de 4 a 6 t ha⁻¹ (CERQUEIRA, 2011), corroborando a produção de 5,61 t ha⁻¹. O mesmo foi verificado com a mucuna e o sorgo. A mucuna produziu 28,94 t ha⁻¹ de massa verde e 5,34 t ha⁻¹ de massa seca, próximo aos resultados obtidos por Wutke et al. (2014), que relataram uma produção de 35 t ha⁻¹ de massa verde e de 6 a 8 t ha⁻¹ de massa seca. As produções de 61,53 t ha⁻¹ de massa verde e 8,79 t ha⁻¹ de massa seca das plantas de sorgo também foram validadas

pela literatura, que aponta uma produtividade de 20 t ha⁻¹ a 60 t ha⁻¹ de massa verde e de 4 t ha⁻¹ a 10 t ha⁻¹ de massa seca (WUTKE et al., 2014).

Desta forma, ficou evidenciado que os resultados obtidos pelas plantas de sorgo, crotalária e mucuna corresponderam com a literatura, portanto, as temperaturas que não foram excessivamente baixas e nem demasiadamente altas, contribuíram para a produção atingida, porém, poderiam acumular mais biomassa se fossem conduzidas em condições de verão, principalmente em crotalária, uma vez que apresentou florescimento precoce.

Embora não observada diferença significativa, durante a fase de desenvolvimento foi observado melhor desempenho das gramíneas de cobertura, para produção de palhada, em relação às leguminosas, o que está relacionado ao desenvolvimento inicial mais rápido, em razão da maior eficiência fotossintética, além da forte supressão de plantas daninhas (CAZETTA et al., 2005).

Nas avaliações de plantas daninhas aos sete dias após a semeadura do rabanete, foram identificadas em todo o experimento as espécies *Alternanthera tenella*, *Amaranthus viridis*, *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea triloba*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa plantaginea* (Tabela 4). A planta mais comum na área experimental foi a *U. decumbens*, que apresentou população superior a todas as outras espécies (Figura 15).

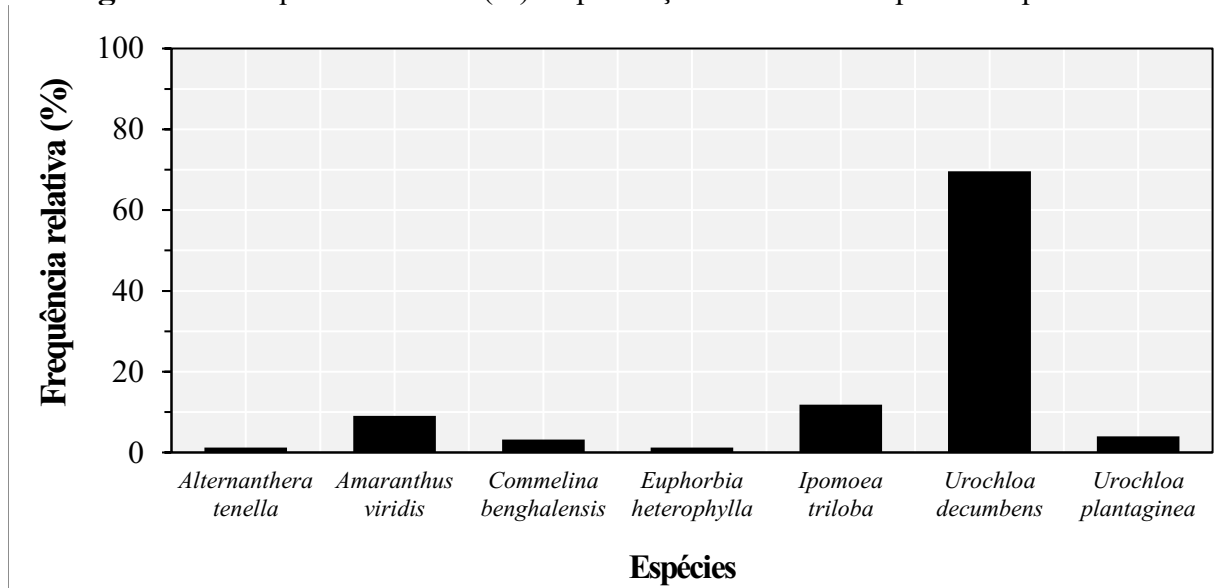
Tabela 4 - Espécies de plantas daninhas aos sete dias após a semeadura do rabanete em função do cultivo prévio de plantas de cobertura.

| Tratamento | Planta daninha | Família |
|-------------------|-------------------------------|----------------|
| Aveia-branca | <i>Commelina benghalensis</i> | Commelinaceae |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Convolvulaceae |
| | <i>Urochloa decumbens</i> | Poaceae |
| Aveia-preta | <i>Amaranthus viridis</i> | Amaranthaceae |
| | <i>Euphorbia heterophylla</i> | Euphorbiaceae |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Convolvulaceae |
| Crotalaria | <i>Commelina benghalensis</i> | Commelinaceae |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Convolvulaceae |
| | <i>Urochloa decumbens</i> | Poaceae |
| Mucuna-preta | <i>Amaranthus viridis</i> | Amaranthaceae |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Convolvulaceae |
| | <i>Urochloa decumbens</i> | Poaceae |
| Sorgo | <i>Alternanthera tenella</i> | Amaranthaceae |
| | <i>Amaranthus viridis</i> | Amaranthaceae |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Convolvulaceae |
| | <i>Urochloa plantaginea</i> | Poaceae |

| | | |
|------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Sem cultivo prévio (Testemunha) | <i>Alternanthera tenella</i> | Amaranthaceae |
| | <i>Amaranthus viridis</i> | Amaranthaceae |
| | <i>Commelina benghalensis</i> | Commelinaceae |
| | <i>Ipomoea triloba</i> | Convolvulaceae |
| | <i>Urochloa decumbens</i> | Poaceae |
| | <i>Urochloa plantaginea</i> | Poaceae |

Fonte: autoria própria.

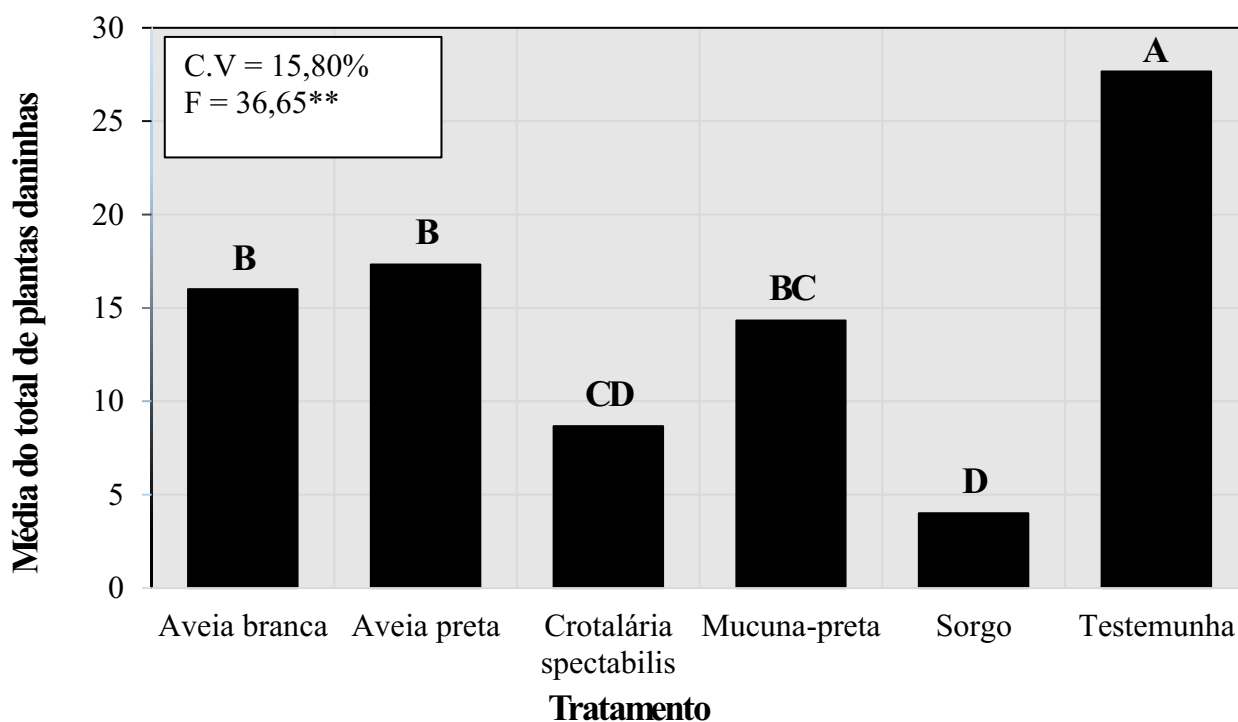
Figura 15 - Frequência relativa (%) da presença de diferentes espécies de plantas daninhas



Fonte: autoria própria.

O número de plantas daninhas foi superior nas parcelas sem o cultivo prévio de adubo verde, apresentando uma média de aproximadamente 28 plantas. Em relação à área sem cultivo prévio, todas as plantas de cobertura apresentaram redução de plantas daninhas. O sorgo demonstrou potencial de supressão quase sete vezes maior, com somente quatro plantas. Os cultivos de aveias, mucuna e crotalária também diminuíram expressivamente a ocorrência, em torno de 40%, 50% e 70%, respectivamente. Por fim, entre as plantas de cobertura, o sorgo se mostrou mais eficiente que as aveias e a mucuna em suprimir as plantas daninhas (Figura 16).

Figura 16 - Plantas daninhas totais em função de diferentes tratamentos com plantas de cobertura cultivadas previamente ao rabanete



Fonte: autoria própria.

CV: Coeficiente de variação; F: valor da estatística F; ** indica significância ao nível de 1% de probabilidade de erro. Colunas seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Um dos efeitos positivos dos adubos verdes é o potencial para suprimir plantas daninhas. Além da capacidade dos adubos verdes de formar uma barreira física desfavorável para o desenvolvimento das plantas daninhas, competindo por água, luz e nutrientes (FONTANÉTTI et al., 2004), podem, ainda, apresentar potencial alelopático contra as plantas daninhas. Segundo Gliessman (2001), por meio da alelopatia, cada espécie de planta pode liberar, no ambiente, um composto capaz de inibir ou estimular o crescimento ou desenvolvimento de outras espécies de plantas.

O elevado potencial supressor do *Sorghum bicolor* observado se deve à liberação de diversos compostos aleloquímicos pela decomposição da parte aérea e, principalmente, pela exsudação do composto sorgoleone por raízes vivas, capaz de permanecer no solo por longos períodos, reduzindo a germinação e atuando na inibição fotossintética das plantas daninhas. O sorgoleone possui mecanismo semelhante aos herbicidas inibidores do Fotossistema II (NIMBAL et al., 1996).

Souza et al. (1999) verificaram, por meio do sorgoleone, a diminuição da parte aérea e de matéria seca da raiz do caruru (*Amaranthus* spp.). A exsudação radicular do sorgo também

inibiu e reduziu a germinação de plantas daninhas, como o caruru, rabo-de-raposa, capim-arroz e corriola (PANASIUK et al., 1986). Ainda, tem conhecimento que extratos com sorgoleone reduzem a germinação de milho e picão-preto (GOMES, 2015).

A crotalária também é uma planta com potencial alelopático expressivo no controle de plantas daninhas (CALEGARI et al., 1993), apresentando maior redução quando comparadas à outras leguminosas como mucuna-preta e feijão-de-porco (QUEIROZ et al., 2010), o que corrobora o resultado obtido no atual trabalho. Ainda, Gomes et al. (2014) concluíram que houve diminuição da presença de corda-de-viola e leiteiro, quando a *Crotalaria spectabilis* foi incorporada no solo.

De acordo com a literatura, as plantas de aveia e mucuna também demonstram ação alelopática sobre diversas plantas daninhas. Segundo Monquero et al. (2009), ao ser incorporada, a mucuna-preta manifestou eficiência no controle de corda-de-viola em qualquer quantidade de biomassa, além disso, para *U. decumbens*, a mucuna chegou a reduzir completamente sua germinação. Extratos da parte aérea de mucuna-preta também proporcionaram redução da emergência, crescimento e propagação da tiririca (CARVALHO et al., 2002). Ademais, nas plantas de *Avena sativa* e *Avena strigosa*, foi verificado que extratos da parte aérea provocaram reduções na germinação e no crescimento da radícula e do hipocótilo de leiteiro e azevém (HAGEMANN et al., 2010).

Desta forma, a redução da ocorrência de plantas daninhas nos tratamentos com cultivo prévio de plantas de cobertura está relacionada à liberação de aleloquímicos, que ocorreram durante a decomposição dos resíduos vegetais ou pela exsudação radicular, interferindo na germinação ou no crescimento das plantas daninhas (GOMES JR. & CHRISTOFFOLETI, 2008; MONQUERO et al., 2009). Vale ressaltar que, espécies distintas de plantas produzem diferentes tipos de aleloquímicos, com modos de ação que variam de acordo com a população que interagem (PUTNAM et al., 1983), associado à escolha do manejo realizado em pré-semeadura que pode intensificar o efeito alelopático (MORAES et al., 2009).

Logo, a interação dos compostos alelopáticos dos adubos verdes com as espécies de plantas daninhas foi positiva, observada pela redução em todos os tratamentos em relação à testemunha. Ainda, a incorporação do material vegetal ao solo contribuiu para a inibição da germinação de plantas daninhas, uma vez que acelerou o processo de decomposição e, consequentemente, intensificou a liberação dos compostos.

Além de influenciar na população de plantas daninhas, o cultivo prévio de plantas de cobertura também impactou no desenvolvimento e na produção do rabanete. Nos resultados que envolveram a parte aérea, o número de folhas do rabanete com cultivo prévio de aveia preta

foi superior ao cultivo prévio de sorgo. Apesar da pequena diferença no número de folhas, a influência significativa ficou mais evidenciada no rendimento de massa verde e seca das folhas do rabanete cultivado em sucessão à aveia preta, apresentando melhores resultados em relação aos que foram cultivados em sucessão ao sorgo e à crotalária. De maneira geral, nenhuma planta de cobertura proporcionou aumento do número de folhas ou biomassa da parte aérea do rabanete quando comparado à testemunha, porém, sorgo e crotalária demonstraram redução de massa seca das folhas, sendo que a crotalária também reduziu a massa verde (Tabela 5).

Tabela 5 - Variáveis da parte aérea de rabanete cultivado em sucessão às plantas de cobertura

| Tratamento | NF | MVF | MSF |
|------------------------|---------|----------|---------|
| Aveia branca | 6,33 ab | 14,51 ab | 1,47 a |
| Aveia preta | 7,40 a | 15,99 a | 1,91 a |
| Crotalária | 5,67 ab | 2,84 c | 0,39 b |
| Mucuna-preta | 6,53 ab | 13,44 ab | 1,38 a |
| Sorgo | 5,07 b | 4,58 bc | 0,56 b |
| Testemunha | 6,17 ab | 13,1 ab | 1,43 a |
| CV (%) | 10,91 | 33,59 | 17,04 |
| F _{calculado} | 4,12* | 7,14** | 24,88** |

NF: número de folhas (folhas planta⁻¹); MVF: massa verde das folhas (g planta⁻¹); MSF: massa seca das folhas (g planta⁻¹); MVR: massa verde da raiz (g planta⁻¹); MSR: massa seca da raiz (g planta⁻¹); VR: volume médio da raiz (cm³ planta⁻¹); CR: comprimento médio da raiz (mm planta⁻¹); DR: diâmetro médio da raiz (mm planta⁻¹); DEF: deformação de raízes (%). ¹⁰ CV (%): Coeficiente de variação, em porcentagem; F_{calculado}: valor obtido de estatística F; * e ** indicam significância pelo teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente. ^{ns}: não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferem pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados similares foram observados para as raízes. O desempenho do rabanete cultivado em sucessão à aveia preta foi superior em massa verde, massa seca, volume e comprimento, quando comparado ao rabanete com cultivo prévio de sorgo e crotalária. Além disso, o cultivo prévio de crotalária e sorgo proporcionaram menor diâmetro e maior deformação de raiz para o rabanete em relação aos demais tratamentos. Porém, em relação à testemunha, nenhuma planta de adubo verde proporcionou melhoras nos indicadores das raízes de rabanete, sendo que as aveias não afetaram e sorgo e crotalária prejudicaram os indicadores de qualidade e quantidade (Tabela 6).

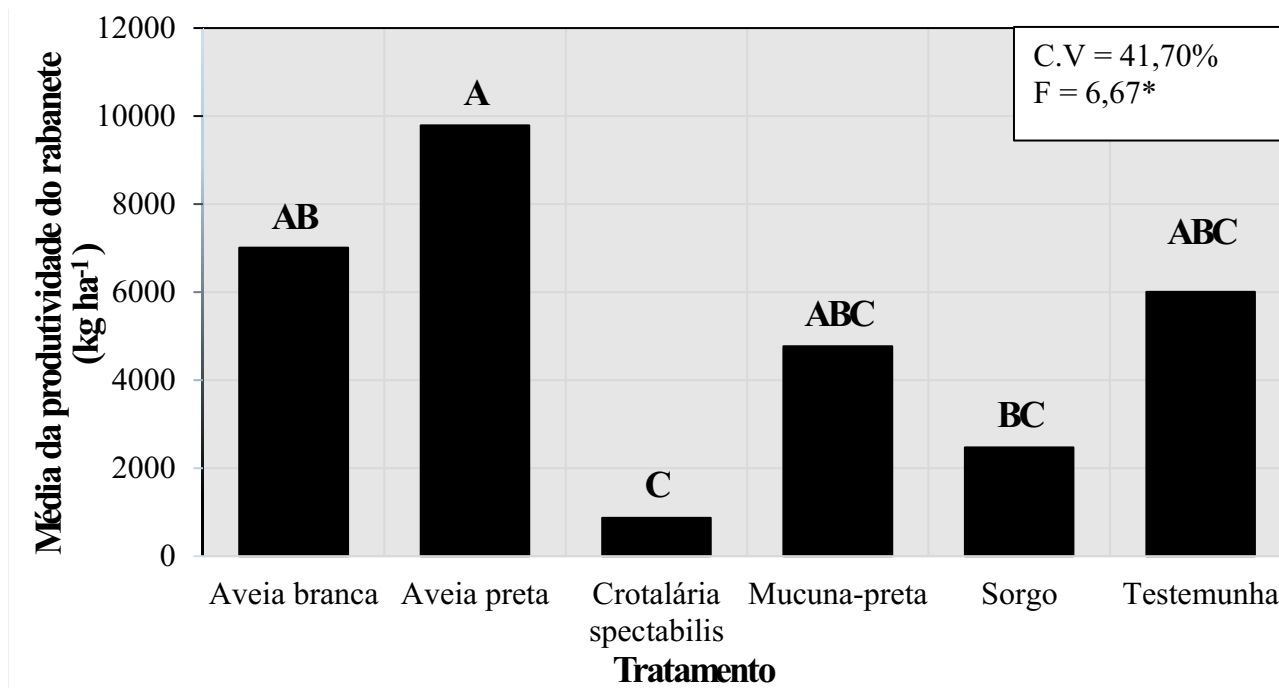
Tabela 6 - Variáveis das raízes de rabanete cultivado em sucessão a plantas de cobertura

| Tratamento | MVR | MSR | VR | CR | DR | DEF |
|------------------------|----------|----------|---------|----------|---------|---------|
| Aveia branca | 8,77 ab | 0,48 ab | 8,93 ab | 13,11 ab | 25,41 a | 46,67 b |
| Aveia preta | 12,24 a | 0,67 a | 12,3 a | 14,87 a | 28,29 a | 46,67 b |
| Crotalaria | 1,09 c | 0,09 c | 1,07 b | 8,46 c | 10,11 b | 93,33 a |
| Mucuna-preta | 5,96 abc | 0,36 abc | 6,00 ab | 11,12 bc | 23,54 a | 53,33 b |
| Sorgo | 3,09 bc | 0,26 bc | 3,57 b | 11,63 bc | 14,90 b | 93,33 a |
| Testemunha | 7,50 abc | 0,44 ab | 7,67 ab | 12,23 ab | 24,90 a | 60,00 b |
| CV (%) | 41,74 | 31,31 | 43,99 | 9,50 | 14,29 | 15,42 |
| F _{calculado} | 6,66** | 8,14** | 5,66** | 10,74** | 16,36** | 14,30** |

NF: número de folhas (folhas planta⁻¹); MVF: massa verde das folhas (g planta⁻¹); MSF: massa seca das folhas (g planta⁻¹); MVR: massa verde da raiz (g planta⁻¹); MSR: massa seca da raiz (g planta⁻¹); VR: volume médio da raiz (cm³ planta⁻¹); CR: comprimento médio da raiz (mm planta⁻¹); DR: diâmetro médio da raiz (mm planta⁻¹); DEF: deformação de raízes (%). ¹⁰ CV (%): Coeficiente de variação, em porcentagem; F_{calculado}: valor obtido de estatística F; * e ** indicam significância pelo teste F aos níveis de 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente. ^{ns}: não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferem pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Assim sendo, o cultivo prévio de aveia preta proporcionou maior produtividade dos rabanetes em relação aos tratamentos com cultivo prévio de sorgo e crotalaria, resultando em 9792 kg ha⁻¹, na qual a massa verde das raízes foi levada em consideração. A aveia branca, testemunha, mucuna-preta, sorgo e crotalaria produziram 7013,3; 6004; 4772; 2472,5 e 871,2 kg ha⁻¹, respectivamente. Ficou evidenciado que houve uma redução de 75% da produtividade dos rabanetes com o cultivo prévio de sorgo e de 91% com crotalaria, comparados à produção em sucessão à aveia preta (Figura 17).

Figura 17 - Produtividade do rabanete (kg ha^{-1}) em função de diferentes cultivos prévios de plantas de cobertura



Fonte: autoria própria.

CV: Coeficiente de variação; F: valor da estatística F; * indica significância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Colunas seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A eficiência da aveia preta como adubo verde pode ser notada pela alta produção de matéria seca (Figura 14), que tem a capacidade de promover aumento da ciclagem de nutrientes e maior acúmulo do conteúdo de C orgânico no solo. As plantas de aveia possuem elevada capacidade de ciclagem de K, sendo liberado em maior quantidade e mais rapidamente após o manejo (ROSOLEM et al., 2003). Em estudo realizado por Crusciol et al. (2008), foi verificado que 10 a 20 dias após o manejo da fitomassa, o nitrogênio e o potássio foram os nutrientes liberados em maior quantidade, o que pode ter colaborado para o melhor desempenho do rabanete no atual trabalho quando comparado aos rabanetes com cultivo prévio de sorgo e crotalária, pois, é uma cultura que possui alta demanda de ambos os nutrientes, essencialmente o potássio para a formação de raiz (ISLAM et al., 2011). Além disso, os resíduos de aveia preta auxiliam na solubilização de fosfatos, permitindo o nutriente mais disponível no solo e podem, ainda, diminuir a acidez do solo e os efeitos tóxicos do Al (MIYAZAWA et al., 1993; FRANCHINI et al., 1999).

Contrariamente ao que foi observado no rabanete onde houve cultivo prévio de aveia, os tratamentos que tiveram o cultivo antecessor, principalmente, com crotalária e sorgo, apresentaram desempenhos inferiores, ocasionados por problemas de germinação, surgimento

de sintomas de murcha e clorose, paralisando o desenvolvimento ou levando à morte dos rabanetes (Figura 18). Esses sintomas refletiram nos resultados obtidos tanto da parte aérea, reduzindo a massa foliar, quanto das raízes, diminuindo a massa, volume, comprimento e diâmetro; e por consequência na produtividade.

Figura 18 - Rabanetes com sintomas de murcha, clorose e redução na germinação



Fonte: autoria própria.

Embora as plantas que foram utilizadas como adubo verde tenham promovido resultados benéficos no controle de plantas espontâneas por meio da alelopatia, a liberação destes compostos também pode prejudicar o crescimento e desenvolvimento de plantas cultivadas durante a decomposição dos resíduos vegetais (FERREIRA e AQUILA, 2000). A alelopatia é capaz de promover clorose, murcha, injúria no sistema radicular e, conseqüentemente, morte das plantas afetadas, além de poder atrasar ou inibir a germinação de sementes (CORREIA, 2002). Ferreira e Aquila (2000) constataram, em plântulas de alface, anormalidade na parte aérea e principalmente raízes atrofiadas e com deformações, ocasionados pelos compostos alelopáticos. O mesmo foi observado por Nery (2008), em que extrato de nabo forrageiro afetou 87% das plantas de alface. Ainda, estudos mostraram que a liberação de aleloquímicos pela exsudação radicular das plantas de sorgo afetaram a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja (OLIBONE et al., 2006).

Apesar da alelopatia geralmente inibir a germinação e desenvolvimento das plantas, podem também estimular o crescimento quando os compostos são liberados em menores

quantidades. Ghayal et al. (2007) comprovaram que nas concentrações de 2,5 % e 5%, os extratos de folhas de *Cassia uniflora* L. estimularam a germinação e o início do crescimento de sementes de rabanete, por outro lado, em concentrações maiores de 15% e 20%, apresentaram inibição. Portanto, relacionando com o presente trabalho, ao se comparar a população de plantas daninhas (Figura 16) com a produtividade do rabanete (Figura 17), os diferentes níveis de controle dessa população refletiram nos diferentes impactos de produtividade causados pela alelopatia. Ou seja, as maiores reduções de plantas daninhas, que ocorreram nos tratamentos com cultivo prévio de crotalária e sorgo, foram suficientes para afetar a cultura do rabanete, podendo indicar maior liberação ou até mesmo maior sensibilidade à estes compostos alelopáticos. Em contrapartida, no tratamento com cultivo antecessor de aveia preta, demonstrou menor redução de plantas daninhas, porém, melhores índices qualitativos e quantitativos dos rabanetes, e conseqüentemente, maior produtividade, onde provavelmente, as concentrações dos compostos foram menores ou a interação com a cultura não foi problemática.

Considerando que plantas, quando estão sob condições de estresse abiótico, aumentam a produção de compostos alelopáticos (INDERJIT et al., 1999), o cultivo realizado durante o inverno e primavera pode ter favorecido maiores formações de compostos em crotalária, provocadas pela temperatura e fotoperíodo, já que são plantas de verão, e apresentaram florescimento precoce, reduzindo seu ciclo. Apesar das plantas de sorgo terem a mesma preferência climática, possuem melhor capacidade de se adaptarem às condições adversas, verificado pelo bom desempenho de biomassa obtido. Desta forma, não houve estímulo nas produções de compostos alelopáticos pelo estresse abiótico em sorgo.

Outro ponto a ser considerado é a influência do intervalo de tempo entre a incorporação e a semeadura na fitotoxicidade provocada pelo material vegetal sobre as culturas. Alguns compostos presentes na palhada podem ser liberados rapidamente enquanto outros necessitam de maior tempo para liberação no ambiente (OLIBONE et al., 2006). O manejo é um fator determinante na velocidade em que a liberação de compostos alelopáticos ocorrem, portanto, a incorporação das plantas ao solo favoreceu a decomposição mais rápida e possivelmente maior liberação. Abboud & Duque (1986) verificaram que o feijão apresentou sintomas de queima generalizada nas folhas, quando semeado em sequência à incorporação da mucuna-preta, reduzindo a produção. Em vista disso, o intervalo de 21 dias entre incorporação das plantas de cobertura e semeadura do rabanete, pode ter sido curto e contribuído na intensidade dos efeitos fitotóxicos sobre a cultura.

7 CONCLUSÕES

O cultivo prévio de sorgo, aveia-preta, mucuna-preta, aveia-branca e crotalária pode ser positivo ao cultivo de rabanete, uma vez que proporciona melhor manejo de plantas daninhas. Porém, sorgo e crotalária, incorporadas ao solo 21 dias antes da semeadura, ocasionam queda na qualidade e na biomassa do rabanete.

REFERÊNCIAS

- ABBOUD, A. C. S.; DUQUE, F. F. **Efeitos de materiais orgânicos e vermiculita sobre a sequência feijão-milho-feijão.** Pesq. Agropec. Bras., v. 21, n. 3, p. 228-236, 1986.
- ABCSEM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS). **Manual técnico: cultivo de hortaliças.** 3.ed. Campinas, 2015. 100p.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. **Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto.** Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. **Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, p.175-185, 1995.
- ALVES, M. C. **Recuperação dos solos degradados pela agricultura.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AGRICULTURA, 5., 2006, Campinas. Recuperando o meio ambiente: anais. Campinas: Instituto Agrônômico: UNESP, 2006. 1 CD-ROM
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. **Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, n.1, p.241-248, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tKDcydr6PVW6MVJf3j8p4Bs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- ANDRIOLO, J. L. (2017). **Olericultura Geral.** (3a ed.), Editora UFSM.
- BARRADAS, C. A. de A. **Adubação verde.** Programa Rio Rural. [S. l.: s. n.], 2010. p. 10. (Manual técnico, 25) Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/manual25.pdf>.> Acesso em: 04 set. 2022.
- BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F.; **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros.** Circular técnica, Aracaju-SE. Dezembro 2001. 7 p.
- BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. **Efeito de resíduos de plantas jovens de aveia preta em cobertura de solo no crescimento inicial do milho.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 6, p. 83-88, 2000.
- Brito, L. F., Galvão, J. C. C., Giehl, J., Coelho, S. P., Campos, S. de A., Barrella, T. P., Dos Santos, T. R., Mendonça, B. F., & De Jesus, E. V. (2019). **Decomposition of cover crop mulch and weed control under a no-till system for organic maize.** Bioscience Journal, 35(5). <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n5a2019-41836>
- CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no Sul do Brasil.** 2.ed. RJ: ASPTA, 1993. 346 p.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura**. Capítulo 5 in Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 212 p., 2006.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. p. 55-73.

CALEGARI, A. **Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Londrina, 2001. **Anais**. Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p.241.

CALVO, C.L.; FOLONI, J.S. S.; BRANCALIÃO, S.R. **Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte**. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.1, p.77-86, 2010.

CARVALHO, G. J.; FONTANETTI, A.; CANÇADO, C. T. **Potencial alelopático do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*)**. *Ci. Agrotec.*, v. 26, n. 3, p. 647-651, 2002.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. **Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária**. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.27, p.575-580, 2005.

CERQUEIRA, Danilo C. O. **Caracterização de leguminosas para adubação verde de canaviais em solo de Tabuleiro Costeiro, Penedo, Alagoas**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Programa de Pós Graduação em Agronomia Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/256>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CORREIA, N. M. **Palhadas de sorgo associadas ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento da cultura da soja em sucessão**. 2002. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. **Produção de Matéria Seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica**. *Revista Núcleos*, v.7, n.2, p.105-114. 2010.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. et al., **Taxa de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto**. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 2, p. 481-489, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/brag/v67n2/a24v67n2.pdf>>. Acesso em: 09/03/2023.

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

ERASMO, E.A.L.; AZEVEDO, W.R.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, A.M. & GARCIA S.L.R. 2004. **Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas**. *Planta Daninha* 22:337-342

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 24p., 2004. (Embrapa Documentos, 174).

FANADZO, M. *et al.* **Crop production management practices as a cause for low water productivity at Zanyokwe Irrigation Scheme.** Water SA, v.36, n.1 January, 2010.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. **Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 24, n.1, p. 171-177, 2000.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; CASALI, V. W. D. **Plantas espontâneas e leguminosas introduzidas: adubação verde e interação entre populações.** Ceres. Viçosa, v. 48, n.278, p. 485-499, 2001.

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; BERTOL, I. (Coord.). **Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH): o cultivo de brássicas: couve-flor, brócolis e repolho.** Florianópolis: EPAGRI, 2016. 86p. (EPAGRI. Boletim didático, 132).

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. **Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v. 12, p. 175-204, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FLOSS, E. L. Palestras. **In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia.** Passo Fundo: UPF, p. 20-26, 2011

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J. de; MORAIS, A.R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W.F. **Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alfaceamericana e de repolho.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.28, n.5, p.967-973, 2004.

FRANCHINI, J.C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MALAVOLTA, E. **Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.34, p.2267-2276, 1999.

GHAYAL, N. A.; DHUMAL, K. N.; DESHPANDE, N. R. **Phytotoxic effects of *Cassia uniflora* leaf leachates on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus*) and mustard (*Brassica juncea*).** Allelopathy Journal, v. 19, p. 361-372, 2007.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: UFRGS, 2001. 637p.

GOMES, D. S.; BEVILAQUA, N. C.; SILVA, F. B.; MONQUERO, P. A. **Supressão de plantas espontâneas pelo uso de cobertura vegetal de crotalária e sorgo.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 9 n. 2, p. 206-213, 2014.

GOMES JR., F.G., CHRISTOFFOLETI, P.J. 2008. **Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto.** *Planta Daninha*, 26:789-798.

GOMES, T. C. **Ação de extratos de sorgo na germinação de sementes de milho, soja e picão-preto.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de São João Del-rei. Sete lagoas, 2015.

HIRATA, A.C. S; HIRATA, E.K. **Manejo do milho para plantio direto de alface americana no verão.** *Pesquisa & Tecnologia*, v.12, n.1, p.1-4, 2015.

HOBBS, P.R. **Conservation agricultura: what is it and why is it important for future sustainable production?** *Journal of Agricultural Science*, 145, 127-137. 2007

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo agropecuário 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M.; FOY, C.L. **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions.** New York: CRC Press; 1999.

ISLAM, M.M.A.; KARIM, J.M.S.; JAHIRUDDIN, M.; MAJID, M.; MIAH, M.G.; AHMED, M.M.; HAKIM, M.A. (2011) - **Effects of organic manure and chemical fertilizers on crops in the radish-stem amaranth Indian spinach cropping pattern in homestead area.** *Australian Journal of Crop Science*, vol. 5, n. 11, p. 1370-1378.

KIRK, G. J. D. **A model of phosphate solubilization by organic anion excretion from plant roots.** *European Journal Soil Science*, v.50, p.369-378, 1999.

MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M. & SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo.** Sete Lagoas, EmbrapaCNPMS, 2000. 46p. (Circular Técnica, 3).

MANTOAN, Luís Paulo Benetti. CORRÊA, Carla Verônica. **Como obter sucesso no cultivo de rabanete?** Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/como-obter-sucesso-no-cultivo-de-rabanete/>> Acesso em: 15 set. 2022.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A. de; CAVALERI, P.A.; GODOY, I.J. de; WERNER, J.C.; CURTI, S.M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVELLINI, G.S.; BULISANI, E.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo.** In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo.* Campinas, 1984. Parte 1, p.1-109.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. **Efeito de material vegetal na acidez do solo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.17, p.411–416, 1993.

MORAES, P. V. D. et al. **Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho.** *Planta Daninha*, v. 27, n. 2, p. 289-296, 2009.

MORI, C.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. Aspectos econômicos e conjunturais da aveia. Documento online Embrapa 136, 2012.

MUNDSTOCK, C.M. **Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale.** Porto Alegre: Editora NBS, 1983. 265p.

MURUNGU, F.S. *et al.* **Mulch effect on soil moisture and nitrogen, weed growth and irrigated maize productivity in a warm-temperature climate of South Africa.** *Soil & Tillage Research*, 112 (2011) 58-65.

NASCIMENTO, A.F.; MATTOS, J.L.S. **Produtividade de biomassa e supressão de plantas espontâneas por adubos verdes.** *Agroecologia*, 2: 33-38, 2007.

- NERY, M. C. **Germinação e potencial alelopático de *Raphanus sativus* L. var. oleiferus.** 2008. 116 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- NIMBAL, C. I. et al. **Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm.** J. Agric. Food Chem., v. 44, n. 5, p. 1343-1347, 1996.
- OLIBONE, D. et al. **Crescimento inicial da soja sob o efeito de resíduos de sorgo.** Planta Daninha, v. 24, n. 2, p. 255-261. 2006.
- OLIVEIRA, A. K. M. et al. **Análise fitoquímica e potencial alelopático das cascas de *Pouteria ramiflora* na germinação de alface.** Horticultura Brasileira, v. 32, p. 41-47, 2014.
- OLIVEIRA, F, R, A de et al. **Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete.** Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 519-526. 2010.
- PANASIUK, O.; BILLS, D. D.; LEATHER, G. R. **Allelopathic influence of Sorghum bicolor on weeds during germination and early development of seedling.** Journal Chemical Ecology, v. 12, n. 6, p. 1533-1543, 1986.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; FAVARETTO, N. & ANJOS, A. (2009) – **Atributos químicos de um latossolo bruno sob sistema plantio direto em função da estratégia de adubação e do método de amostragem de solo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 33, n. 3, p. 581-590.
- PERIN, A. et al. **Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milho solteiros e consorciados.** Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 274-281, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/p87X6tDf9SZFNlv56hGgYbn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 6 jan 2023.
- PITOL, C. **A cultura da aveia e sua importância para o MS.** Maracaju: COTRIJUÍ, 1986. 35 p. (Boletim Técnico, 1).
- PRADO, R.M.; ROMUALDO, L.M.; VALE, D.W. **Resposta da aveia preta à aplicação de fósforo sob duas doses de nitrogênio em condições de casa de vegetação.** Acta Scientiarum Agronomy, v.28, p.527-533, 2006.
- PULITI, J. P. M.; REIS, H. B.; PAULINO, H. D. M.; RIBEIRO, T. C. M.; TEIXEIRA, M. Z.; CHAVES, A. S.; RIBEIRO, B. R.; MACIEIRA, G. A. A.; YURI, J. E. **Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio.** Horticultura Brasileira, v. 27, p. 3003-3008. 2009.
- RODRIGUES, R, R. **Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, p. 2.121. 2013.
- ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI J.S.S. **Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.27, p.355-362, 2003.
- SILVA, G.B.F. et al. **Overcoming depth sowing and mulch density in *Mucuna aterrima*, *Mucuna deerigiana* and *Mucuna cinerea*.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p.313-317, 2013.

SOARES, M.B.B. *et al.* **Weeds in raw sugarcane renovation area with diferente systems of management on soil and green manure sucession.** Revista AgroAmbiente On-line, v.6, n.1, p. 25-33, janeiro-abril, 2012.

SOUZA, A.C.; HATAYDE, M.R. & BECHARA, G.H. 1997. **Aspectos patológicos da intoxicação de suínos por sementes de *Crotalaria spectabilis* Fabaceae.** Pesq. Vet. Bras. 17(1):12-18.

SOUZA, C.M.; PIRES, F.R. **Adubação verde e rotação de culturas.** Viçosa: UFV, 2002. 72p.

SOUZA, L, M et al. **Efeito de fontes e doses de fósforo na cultura do rabanete.** Tecnol. & Ciênc. Agropec., João Pessoa, v. 11, p.1-6. 2017.

SOUZA, L. S. ; VELINI, E. D. ; MARTINS, D. ; ROSOLEM, C. A.. **Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas.** Planta daninha, vol.24, no.4, Viçosa, 2006.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. **Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo.** Bragantia, Campinas, v.65, n.1, p.121-127, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/nkDGSdmnHVnCwkHV3976QBk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 jan 2023.

TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J. J.; ARAÚJO, M. R. A.; LIRA, M. A.; ENCARNAÇÃO, C. R. F.; BURITY, H. A. **Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions.** Sorghum Newsletter. Tucson, v.30, p.91-92, 1987.

VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, F.A.; SCHILICKMANN, S.F; POPPI, R.J. **Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.29, n.4, p. 485-491, 2011.

VIOLA, R.; BENIN, G.; CASSOL, L.C.; PINNOW, C.; FLORES, M.F.; BORNHOFEN, E. **Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto.** *Bragantia*, Campinas, v.72, n.1, p.90-100, 2013.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso.** In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. v.1, p. 59-168.

WUTKE, E.B. **Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo.** In: WUTKE, E. B.; BULISANE, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Coord.). Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônômico. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 17-29, 1993. (Documentos IAC, 35).