

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**FERNANDA CAMILA WESSLING**

**CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE BASE  
AGROECOLÓGICA**

**Santa Helena**

**2023**

**FERNANDA CAMILA WESSLING**

**CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE BASE  
AGROECOLÓGICA**

**CULTIVATION OF VEGETABLES IN AN AGROECOLOGICAL-BASED DIRECT  
PLANTING SYSTEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena.

Orientador: Prof. Dra. Ana Regina Dahlem Ziech

**Santa Helena**

**2023**



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**FERNANDA CAMILA WESSLING**

**CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE BASE  
AGROECOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena.

Aprovada em: Santa Helena, 07 de Dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dra. Ana Regina Dahlem Ziech – Orientador

UTFPR

---

Prof. Dr. Fabrício Correia de Oliveira

UTFPR

---

Prof. Dr. Lincon Oliveira Stefanello da Silva

UTFPR

---

Msc. Andressa Carolina Zang

Paraná + Orgânico

Dedico este trabalho à minha família e amigos que sempre estiveram ao meu lado e nunca me deixaram desistir dos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

O trabalho em equipe realiza sonhos, e ser grato é um sentimento poderoso que nos faz reconhecer as pequenas alegrias e conquistas. Ajuda a valorizar quem facilitou sua jornada, e aqui fica meu agradecimento.

À minha família pelo apoio na prossecução dos meus objetivos, por serem os meus alicerces nesta fase. São exemplos de perseverança, honestidade e diligência. Agradecimento especial aos meus pais, Astor Wessling e Mônica Maria Engelsing Wessling por sempre estarem ao meu lado nas minhas conquistas pessoais, por me ensinarem princípios e valores. Gostaria também de agradecer às minhas irmãs Marcela e Adriana por serem minhas amigas e companheiras.

À minha professora Dra. Ana Regina Dahlem Ziech pela paciência, dedicação, orientação e incentivo na elaboração do desafio proposto. Obrigada pelas conversas, sabedoria, carinho e ensinamentos. A Sra. sempre me ajudou direta ou indiretamente na realização do meu trabalho e pesquisa.

À UTFPR por disponibilizar sua estrutura para o desenvolvimento das atividades de campo e laboratório.

Aos meus amigos de graduação, pela amizade, companheirismo e ajuda na realização da pesquisa e durante toda a graduação, bem como a todas as pessoas não citadas que me ajudaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Se não houver frutos, valeu a beleza das flores.

Se não houver flores, valeu a sombra das folhas.

Se não houver folhas, valeu a intenção da semente.

Henfil

## RESUMO

A busca por alimentos orgânicos vem crescendo, principalmente devido às ações em prol do desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o objetivo foi avaliar os efeitos das plantas de cobertura na produção de hortaliças cultivadas no Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) sob manejo orgânico de base agroecológica. O projeto foi desenvolvido na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UNEPE) de Agricultura Orgânica e Olericultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Santa Helena, em delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados: Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); Crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*); Milheto (*Pennisetum glaucum*); Pousio sem revolvimento; Preparo convencional. Inicialmente, realizou-se a semeadura das plantas de cobertura, e quando elas se encontravam em pleno florescimento, foi realizada a roçada das mesmas. Posteriormente, foi realizado transplante da brócolis (*Brassica oleracea*), e como cultivo subsequente, a semeadura da abobrinha-de-tronco (*Cucurbita pepo*) sobre os resíduos culturais das plantas de cobertura. Os parâmetros de planta avaliados foram: incremento de matéria seca (MS); taxa de decomposição com uso de litter bags; e resultados agrônômicos do diâmetro da base da inflorescência (cm); diâmetro do colmo (cm); número de folhas; comprimento do caule (cm); circunferência da inflorescência (cm); peso fresco da inflorescência, folhas, caule e flores (g planta<sup>-1</sup>); produtividade total (kg ha<sup>-1</sup>) da brócolis e os parâmetros de circunferência e comprimento do fruto (cm), peso médio de fruto (g) e produtividade total por área (kg ha<sup>-1</sup>) da abobrinha. O milheto foi a planta de cobertura com maior aporte de MS sobre o solo, com resultados de 14.585 kg ha<sup>-1</sup>, e a mucuna-preta foi o tratamento com menor aporte com cerca de 4.527 kg ha<sup>-1</sup> de MS. A decomposição dos resíduos lenta e promissora tratando-se do milheto, feijão-de-porco e *C. ochroleuca*. Em relação a produtividade da brócolis e abobrinha o melhor tratamento foi da mucuna-preta. Considerando a recente implementação de SPDH, os resultados foram promissores para a cultura da brócolis. Desta forma, os efeitos positivos da implementação de plantas de cobertura e do uso conservacionista dos recursos naturais trouxe equilíbrio e sustentabilidade para o sistema de produção.

**Palavras-chave:** Conservação do solo. Produção orgânica. Plantas de cobertura. Agricultura Familiar. Produtividade.

## ABSTRACT

The search for organic food has been growing, mainly due to actions towards sustainable development. In this sense, the objective was to evaluate the effects of cover crops on the production of vegetables grown in the Vegetable Direct Planting System (SPDH) under agroecological-based organic management. The project was developed at the Organic Agriculture and Olericulture Research and Extension Teaching Unit (UNEPE) at the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Santa Helena campus, in a randomized block design, with six treatments and three replications. The treatments used: Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); Jack beans (*Canavalia ensiformis*); Crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*); Millet (*Pennisetum glaucum*); Fallow without turning; Conventional preparation. Initially, the cover crops were sown, and when they were in full bloom, they were mowed. Subsequently, broccoli (*Brassica oleracea*) was transplanted, and as a subsequent cultivation, stem zucchini (*Cucurbita pepo*) was sown on the crop residues of the cover crops. The plant parameters evaluated were: increase in dry matter (DM); decomposition rate using litter bags; and agronomic results of inflorescence base diameter (cm); culm diameter (cm); number of leaves; stem length (cm); inflorescence circumference (cm); fresh weight of inflorescence, leaves, stem and flowers (g plant<sup>-1</sup>); total productivity (kg ha<sup>-1</sup>) of broccoli and the parameters of fruit circumference and length (cm), average fruit weight (g) and total productivity per area (kg ha<sup>-1</sup>) of zucchini. Millet was the cover crop with the highest contribution of DM to the soil, with results of 14,585 kg ha<sup>-1</sup>, and mucuna-preta was the treatment with the lowest contribution with around 4,527 kg ha<sup>-1</sup> of DM. Waste decomposition is slow and promising in the case of millet, jack beans and *C. ochroleuca*. In relation to broccoli and zucchini productivity, the best treatment was black mucuna. Considering the recent implementation of SPDH, the results were promising for broccoli cultivation. In this way, the positive effects of implementing cover crops and the conservationist use of natural resources brought balance and sustainability to the production system.

**Keywords:** Soil conservation. Organic production. Cover crops. Family farming. Productivity.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização da área experimental na Área Agrícola da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - <i>Campus</i> Santa Helena, 2023.....	32
<b>Figura 2</b> – Médias mensais de temperatura do ar mínima e máxima (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período do experimento localizado na área experimental da UTFPE – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	33
<b>Figura 3</b> – Depósito manual das sementes nos sulcos abertos (A). Demarcação com trator e semeadora (B). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	34
<b>Figura 4</b> – Coleta das plantas de cobertura para avaliação da matéria seca (A) e manejo através de roçado manual para aporte sobre o solo (B). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	35
<b>Figura 5</b> – Transplântio das mudas da brócolis a campo, em SPDH com matracas adaptadas (A) e condição da muda em parcela de mucuna-preta (B). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	35
<b>Figura 6</b> – Distribuição das plantas da brócolis nas parcelas experimentais. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	36
<b>Figura 7</b> – <i>Litter bags</i> em tecido voil com dimensões de 20 x 20 cm dispostos a campo nas entrelinhas da brócolis (A) e coletados a campo para pesagem e determinação da matéria seca residual (B). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	37
<b>Figura 8</b> – Armadilhas iscas para formigas-cortadeiras (A) e armadilhas adesivas coloridas instaladas à campo para auxiliar na identificação da ocorrência e controle de insetos pragas (B). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	38

<b>Figura 9</b> – Adubação orgânica de cobertura esterco bovino curtido aplicado próxima a linha do plantio aos 42 DTA. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	39
<b>Figura 10</b> – Distribuição das plantas de abobrinha-de-tronco nas parcelas experimentais. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	40
<b>Figura 11</b> – Avaliação dos frutos da cultura abobrinha-de-tronco ( <i>Cucurbita pepo</i> ) cultivadas sob plantio direto. A) Avaliação de circunferência do fruto de abobrinha; B) Avaliação de circunferência do fruto de abobrinha; C) Avaliação do peso médio do fruto de abobrinha. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	42
<b>Figura 12</b> – Matéria Seca (MS) remanescente das plantas de cobertura de verão para proteção do solo em sistema SPDH. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Produção de matéria seca (MS) pelas plantas de cobertura de verão. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	43
<b>Tabela 2</b> – Médias da Massa Verde do diâmetro da base (DB), número de folhas (FL), comprimento do caule (CC), diâmetro do colmo (DC) e diâmetro da inflorescência (DI) cultivadas sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto agroecológico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	47
<b>Tabela 3</b> – Peso médio e Produtividade da cultura das brócolis cultivado sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto agroecológico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	50
<b>Tabela 4</b> – Médias do comprimento, circunferência e peso dos frutos de abobrinha-de-tronco, em ciclo subsequente à brócolis, sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura do solo em plantio direto orgânico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2023.....	53
<b>Tabela 5</b> – Produtividade da área e produção de abobrinha-de-tronco por planta, em cultivo subsequente à brócolis, sobre resíduos remanescentes de plantas de cobertura em plantio direto orgânico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2022.....	54

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
PR	Unidade da Federação – Paraná
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>18</b>
	2.1 PLANTAS DE COBERTURA COMO ADUBAÇÃO VERDE	18
	2.1.1 Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> )	21
	2.1.2 Crotalária ochroleuca ( <i>Crotalaria ochroleuca</i> )	22
	2.1.3 Mucuna-Preta ( <i>Mucuna aterrima</i> )	23
	2.1.4 Feijão-de-porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	24
	2.2 PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO	25
	2.3 CULTIVO DE BRÓCOLIS E ABOBRINHA-DE-TRONCO NO BRASIL	27
	2.3.1 Brócolis ( <i>Brassica oleracea</i> )	28
	2.3.2 Abobrinha-de-Tronco ( <i>Cucurbita pepo</i> )	29
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>32</b>
	3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	32
	3.1.1 Descrição do Experimento	33
	3.1.2 Análise Estatística	42
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>57</b>
	REFERÊNCIAS	58

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação dos consumidores com o meio ambiente e a procura por alimentos de procedência orgânica, justifica a exigência adoção de medidas agrícolas menos intensivas e agressivas ao ecossistema. Portanto, medidas que utilizem de forma racional os recursos naturais (KIRST, 2018).

Com o aumento na procura de alimentos mais saudáveis, a horticultura tem grande potencial de crescimento nacional. Todavia, o cultivo convencional de hortaliças tem como característica o revolvimento intensivo do solo, o que acarreta no aumento da erosão, redução da fertilidade e qualidade do solo, problemas fitossanitários, e conseqüentemente, aumenta o uso de defensivos agrícolas e adubos solúveis (SCHNEIDER, 2022).

Segundo as informações do censo agropecuário de 2017, a produção de hortaliças na mesorregião oeste paranaense envolve 605 propriedades todas registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e 47 propriedades no município de Santa Helena/PR (MAPA, 2022; IBGE, 2017).

Os impactos ambientais e sociais da agricultura intensiva, pela utilização desordenada de insumos industriais tem se tornado cada vez mais evidente (CAVALLET *et al.*, 2005). Logo, utilizar o sistema convencional com revolvimento do solo acaba causando a pulverização da camada superficial e compactação da camada subsuperficial do solo (SCHNEIDER, 2022).

Assim, uma alternativa para amenizar os problemas relacionados ao revolvimento excessivo do solo é a introdução de um sistema conservacionista, como o Sistema De Plantio Direto De Hortaliças (SPDH).

Um dos princípios do SPDH é a utilização de cobertura permanente do solo, que consiste no cultivo de espécies de plantas de cobertura e corte das mesmas em seu florescimento (TIVELLI *et al.*, 2010). Além da proteção do solo, essas plantas podem contribuir na melhoria das características biológicas, químicas e físicas dos solos (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997).

A semeadura e cultivo continuado de plantas de cobertura leva à conservação e ao aumento da matéria orgânica presente no solo (OLIVEIRA, 2014). Entre as espécies

utilizadas como plantas de cobertura do solo para o período de primavera/verão destacam-se a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC) e a mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy.). Essas plantas apresentam boa adaptação ao ambiente, com grande potencial de desenvolvimento vegetativo, crescimento em ambientes de baixa fertilidade natural com baixos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), e altas temperaturas do ar devido a sua rusticidade (SARTORI *et al.*, 2011).

Além dessas, o milheto é uma alternativa que proporciona cobertura mais duradoura na superfície do solo, apresentando sistema radicular mais desenvolvido, o qual pode atingir profundidades maiores que 3,6 metros (MAGALHÃES & DURÃES, 2009).

Esse perfil agressivo do sistema radicular favorece a absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, circulando uma maior quantidade de nutrientes não absorvidos por outras culturas de verão que possuem raízes menos agressivas (TEIXEIRA *et al.*, 2011).

Neste sentido, a relação entre as concentrações de carbono (C) e nitrogênio (N) nos tecidos vegetais, relação C/N, governará a taxa de decomposição dos resíduos (CITAR). Culturas gramíneas, com maior C/N, apresentarão taxa de decomposição mais lenta, oferecendo um maior período de cobertura ao solo. Por outro lado, culturas leguminosas, com maior teor de nitrogênio (N) em seus tecidos, e conseqüente menor C/N, apresentarão taxa de decomposição mais acelerada (SARTORI *et al.*, 2011).

Diante disso, considerando que a agricultura orgânica está presente nos estabelecimentos de agricultura familiar na região Oeste do Paraná, bem como o crescente interesse na adoção do SPDH, cuja utilização de plantas de cobertura é uma prática fundamental para compor o sistema e aportar matéria seca ao solo.

Todavia, não há informações técnicas e científicas voltadas às condições edafoclimáticas locais relacionadas a escolha de espécies para produção e aporte de palha ao sistema, bem como desempenho agrônômico e produtivo que possam auxiliar na tomada de decisão para melhoria do sistema de produção de hortaliças aliando conservação do solo e produtividade das culturas aos agricultores familiares.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes plantas de cobertura na produção de hortaliças cultivadas no Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) sob manejo orgânico de base agroecológica.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANTAS DE COBERTURA COMO ADUBAÇÃO VERDE

O Brasil é líder e pioneiro na concepção e implementação de práticas de manejo para a conservação do solo. Os três princípios fundamentais que norteiam os sistemas conservacionistas de produção são, o não revolvimento do solo, cobertura permanente durante todo o período do ano e a prática de rotação de culturas (CARVALHO *et al.*, 2022). Neste sentido, as plantas de cobertura têm como função cobrir e proteger o solo.

Com a manutenção da cobertura vegetal no solo torna-se possível amenizar o escoamento das águas na superfície do terreno, reduzindo a perda de solo pela água das chuvas e vento (PANACHUKI, 2003). O uso de plantas de cobertura é uma prática agrícola que promove a preservação dos solos tropicais, especialmente ao protegê-los contra a exposição direta ao sol, bem como, contra os impactos adversos das chuvas e dos ventos, que são os principais agentes responsáveis pela sua degradação (PEREIRA, 2007).

Além da proteção do solo, essas plantas contribuem para a melhoria das características biológicas, químicas e físicas dos solos, a partir da deposição de material orgânico ao solo (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997).

O cultivo de plantas de cobertura, principalmente leguminosas, contribui para a fixação de N através da associação com microrganismos (CARVALHO *et al.*, 2022). A simbiose entre leguminosas e bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* destaca-se como um dos métodos mais eficazes para aumentar a disponibilização de N ao solo (MOITINHO, 2019). Em função da fixação biológica de N (FBN), a decomposição do material remanescente de leguminosas favorece a ciclagem de nutrientes, e conseqüentemente, aumenta o teor de macro e micronutrientes (RIBEIRO, 2008).

Diante disso, parte dos nutrientes acumulados nos tecidos das plantas de cobertura, provavelmente, foram absorvidos por suas raízes em camadas mais

profundas do solo (ESPINDOLA *et al.*, 2005), sendo posteriormente liberados durante a decomposição dos resíduos pós corte. Assim, a ciclagem de nutrientes é mais favorecida quando a escolha de plantas de cobertura com o maior potencial de penetração de raízes em camadas mais profundas do solo é um dos critérios de escolha (VILAR, 2022).

A existência e expansão de raízes variadas induzem modificações na estrutura do solo, gerando bioporos que regulam os fluxos de ar e água, proporcionando um espaço poroso capaz de aumentar a retenção de água no solo (CARVALHO *et al.*, 2022).

A ação das raízes forma agregados estáveis, os quais garantem o crescimento das raízes e resistência a ações externas causadas pela ação antrópica e animal. Portanto, o uso de plantas de cobertura é uma excelente estratégia de manejo para conservação do solo.

O uso de plantas de cobertura aumenta a vida no solo com ambiente favorável para a reprodução de microrganismos que trazem benefícios às culturas de interesse agrícola. Além de, garantir a umidade do solo e diminuir as perdas por evaporação, as plantas de cobertura protegem o solo do impacto direto das gotas da chuva e possibilitam melhor aeração e agregação do solo, as raízes das plantas de cobertura têm impacto direto na descompactação dos solos (SARTORI *et al.*, 2011).

O controle da degradação do solo se encontra relacionado ao fato, de que a prática agrícola de cobertura vegetal aumenta com o tempo os teores de matéria orgânica do solo (MOS). Isso favorece também propriedades físicas do solo, estabilizando agregados e alterando a densidade do solo (SILVA *et al.*, 2014).

Os componentes da MOS exercem influência na formação de agregados no solo, desempenhando o papel de agentes ligantes, em conjunto com os minerais de argila (ESPINDOLA *et al.*, 2005). Com o aumento do estoque de C no solo, aumenta também o estoque de MOS no solo, sendo refletido na ciclagem de nutrientes e na contribuição da redução das mudanças climáticas devido à diminuição na emissão de gases de efeito estufa (GEE).

A reciclagem de nutrientes acontece devido ao sistema radicular das plantas de cobertura extrair os nutrientes de camadas mais profundas do solo, ao serem

manejadas, essas plantas se transformam em material orgânico, liberando-o na superfície do solo, estes nutrientes são mineralizados e disponibilizados para os plantios subsequentes (SARTORI *et al.*, 2011).

A adequada seleção de espécies utilizadas como adubos verdes pode garantir o sucesso de um sistema de produção. Assim, para alcançar esse objetivo, um dos fatores avaliados é a disponibilidade de nitrogênio fornecida ao solo durante a decomposição dos resíduos e sua liberação para as culturas que serão implantadas posteriormente (AITA & GIACOMINI, 2003).

As vantagens associadas ao uso da adubação verde como estratégias de manejo para conservação do solo e das águas são inúmeras. Além de, ajudar na estrutura e sustentabilidade do solo, quando ela é usada antecedendo uma cultura de interesse, a planta de cobertura dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas daninhas suprimindo e controlando as plantas invasoras, isso devido à competição por luz, água e nutrientes (SARTORI *et al.*, 2011).

No Brasil, a utilização predominante das crotalárias como adubação verde, destaca-se especialmente pelas características específicas das leguminosas. Essa cultura tem como característica importante a associação com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* que representam através da FBN, a disponibilização de nitrogênio em solos usados na agricultura (PEREIRA, 2007).

Podemos citar também os efeitos alelopáticos que algumas plantas de cobertura possuem sobre as plantas daninhas subsequentes. A decomposição da palha no solo libera gradativamente aleloquímicos, que podem interferir diretamente na germinação e emergência de plantas daninhas (MORAES *et al.* 2011).

A escolha da melhor planta de cobertura está relacionada a que tipo e magnitude de problema é enfrentado pelo produtor, havendo a necessidade do conhecimento individual das plantas. Além disso, identificar os benefícios das plantas de cobertura atrelados às adaptações às condições edafoclimáticas, indicação e limitação de uso em função das características fitotécnicas das diversas plantas e ambiente de produção.

Ademais, possuir conhecimento das implicações práticas para o manejo do solo, que são específicas para cada espécie de plantas de cobertura, é indispensável para maximizar os seus benefícios no sistema de produção (CARVALHO *et al.*, 2022).

Portanto, a escolha das plantas de cobertura, seja ela leguminosa e gramínea tem a ver com as necessidades de cada região, clima e solo, além das demandas do produtor.

### **2.1.1 Milheto (*Pennisetum glaucum*)**

O milheto é uma gramínea anual de metabolismo C4 e com hábito de crescimento ereto, pertencente família *Poaceae*, apresentando grande rusticidade, o que acarreta em adaptação a solos com baixo nível de fertilidade (MARCANTE *et al.*, 2011).

Com relação às condições climáticas, o milheto possui grande adaptação a estiagem e altas temperaturas, por exemplo, ele possui tolerância às condições do Cerrado, e demonstra alta capacidade de tolerar déficit hídrico prolongado (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003). Isso pode ser explicado devido o milheto possuir um sistema radicular profundo que facilita seu desenvolvimento em áreas com baixa precipitação e fertilidade.

O milheto desempenha um papel fundamental no agronegócio brasileiro, representando uma cultura com inúmeras utilidades. No Brasil, ele tem sido utilizado de diversas formas, como planta forrageira, pastagem para pecuária, produção de grãos para fabricar ração, e como planta de cobertura do solo em sistemas de plantio direto ((PEREIRA FILHO *et al.*, 2003). Em regiões da África e Ásia, também é utilizado para produção de farinha para o consumo humano (WOLF 2018).

Quando se refere ao seu uso como planta de cobertura, sua produção da biomassa é de 50-60 t ha<sup>-1</sup> e massa seca de 8-15 t ha<sup>-1</sup>. O milheto tem alta ciclagem de nutrientes, principalmente aqueles das camadas mais profundas, disponibilizando para o solo, em média 113 kg ha<sup>-1</sup> de N, 13,9 kg ha<sup>-1</sup> de P, 93 kg ha<sup>-1</sup> de K, 32 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 16 kg ha<sup>-1</sup> de Mg (CARVALHO *et al.*, 2022). Ele representa a gramínea que mais é utilizada para planta de cobertura, com seu sistema radicular vigoroso e sua alta capacidade de absorção de nutrientes, principais características que fazem com que esta espécie se sobressaia às outras coberturas verdes (MARCANTE *et al.*, 2011).

Possui raízes agressivas que facilitam o crescimento radicular de outras plantas porque são capazes de criar canais onde as raízes poderão se desenvolver e buscar

maior volume do solo nos perfis, com aumento na disponibilidade de nutrientes e água. Nos últimos anos houve um aumento da área plantada, devido ao enorme potencial de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como para o uso como forrageiro na pecuária de corte ou de leite (PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

O milheto pode ser implantado em sobre semeadura ou a lanço. Seu plantio em sulco é o mais utilizado quando trata-se na produção de sementes, plantas de cobertura ou alimentação animal. Quando o destino é a cobertura do solo recomenda-se a utilização de 15 a 40 kg de sementes/hectare com um espaçamento de 15 a 25 cm entre linhas e uma profundidade de semeadura de 2 a 4 cm (WOLF, 2018).

### **2.1.2 Crotalária ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*)**

A *Crotalaria ochroleuca* pertence à família *Fabaceae* é uma leguminosa anual de crescimento determinado, caracterizada por ser arbustiva e apresentar hábito de crescimento ereto, originária da África (BARRETO & FERNANDES, 2001; CARVALHO *et al.*, 2022). Ela apresenta caule semi lenhoso podendo chegar a 2 metros de altura, tem dependência das semeaduras e condições edafoclimáticas com grande proporção de caule na biomassa da parte aérea (CARVALHO *et al.*, 2022).

Possui crescimento inicial rápido, é agressivo. Seu sistema radicular é bastante profundo e robusto, o que permite o rompimento de camadas compactadas no perfil do solo (LIMA FILHO *et al.*, 2014). É conhecida pela rusticidade e sua tolerância a déficit hídricos, são adaptadas a solos com textura arenosa e de reduzida fertilidade (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

Demonstra uma proporção significativa de caule na constituição da biomassa na parte aérea, suas folhas são estreitas (BARRETO & FERNANDES, 2001), apresenta elevada produção de MV (20 t ha<sup>-1</sup> a 30 t ha<sup>-1</sup> de massa verde e entre 7 t ha<sup>-1</sup> e 10 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, com adequada fixação de N (90 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 140 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

Pode ser utilizada em sistemas de rotação de culturas, cultivada denominada comum, com a época de semeadura nos meses de outubro e novembro. Possui fixação de nitrogênio e é indicada também para a recuperação da capacidade reprodutiva dos

solos. A *C. ochroleuca* é uma espécie que além de melhorar a qualidade do solo ajuda também no controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. (CHIDICHIMA *et al.*, 2020). Alcançando o estágio completo de florescimento entre 90 e 100 dias após o plantio, exibindo um potencial de produção que varia de 4 a 9 t ha<sup>-1</sup> de MS. Quando semeada na estação chuvosa pode atingir valores de até 17 t ha<sup>-1</sup> de MS (MOITINHO, 2019).

### 2.1.3 Mucuna-Preta (*Mucuna aterrima*)

A mucuna-preta é uma leguminosa da família *Fabaceae* originária da Ásia, seu ciclo é anual longo (240 dias) de crescimento indeterminado, hábito rasteiro com ramos trepadores bem desenvolvidos, possibilidade de desenvolvimento em solos com reduzidos valores de saturação por bases (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

Planta de clima tropical e subtropical com rusticidade, demonstra resistência a temperaturas elevadas, condições de seca, sombreamento e apresenta uma capacidade de resistência leve ao encharcamento do solo (BARRETO & FERNANDES, 2001; HEBERLE, 2015).

A leguminosa possui grande produção de MS, ela é considerada a rainha das leguminosas, por conta da sua ampla variação no uso, em países como a África ela também é utilizada na alimentação humana (HEBERLE, 2015; LIMA FILHO *et al.*, 2014).

Possui caules finos, longos, flexíveis e volúveis, não ultrapassa 90 cm de altura quando não possui suporte para apoio. O florescimento é de 140 a 180 dias após a semeadura e produz entre 40 e 50 t ha<sup>-1</sup> de massa verde, 6 a 9 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, 1 a 1,5 t ha<sup>-1</sup> de sementes com coloração preta e fixa entre 180 e 350 kg de N por ha/safra (FORMENTINI *et al.*, 2008; LIMA FILHO, *et al.*, 2014).

Ela é comumente utilizada como adubação verde, isso porque seu potencial de fixação de nitrogênio e pode ser utilizada no controle de nematoides de formadores de galha no solo pois dificulta sua proliferação, favorecendo, assim, seu controle, além disso, ela possui efeito alelopático sobre a tiririca (HEBERLE, 2015; LIMA FILHO *et al.*, 2014).

A mucuna-preta pode ser cultivada isoladamente ou em associação com outras culturas, no entanto, por ser uma espécie muito agressiva não é muito recomendado o plantio em culturas com menos adensamento (FORMENTINI *et al.*, 2008). Recomenda-se 4 a 7 sementes por metro, com espaçamento de 0,5 entre linhas, com necessidade de 65 kg ha<sup>-1</sup> e 135 kg ha<sup>-1</sup> de sementes (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

#### **2.1.4 Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)**

O feijão-de-porco também é popularmente chamado de feijão bravo ou fava-brava, leguminosa pertencente à família *Fabaceae*, planta herbácea de porte ereto e crescimento determinado, crescimento inicial é lento, possui resistência a altas temperaturas, tolerância a sombreamento, não tem resistência a geadas (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

É uma planta originária do “*Old World*” e seu provável centro de origem é Centro-Americano, mas existem divergências (CARVALHO *et al.*, 2022). O florescimento ocorre entre 80 a 90 dias após a sua semeadura, recomenda-se usar 3 a 7 sementes por metro, com espaçamento de 0,5 m a 0,6 m entre linhas para uso de plantas de cobertura, sendo necessário 150 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de sementes (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

Planta de clima tropical e subtropical se adapta a uma ampla variedade de solos, incluindo os argilosos e arenosos, bem como aqueles carentes em fósforo, com acidez elevada e deficiência de nitrogênio (N) (BARRETO & FERNANDES, 2001).

Ele influencia na estrutura do solo, com grande relevância no aporte de matéria orgânica no solo e aumento da atividade biológica do solo. Por um sistema radicular que se desenvolve em profundidade no solo acarreta na eficiência de infiltração de água no solo, controla as perdas de solo e nutrientes oriundos da erosão (LIMA FILHO *et al.*, 2014). Ela auxilia no maior aporte de nutrientes aumentando assim as atividades microbiológicas.

O feijão-de-porco pode ser utilizado no consórcio com outras espécies perenes ou anuais, ele promove ótima cobertura no solo, e possui alelopatia a plantas espontâneas, sendo bastante eficiente no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) seus

grãos possuem toxicidade aos animais, ele consegue fixar de 57 a 190 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio solo (LIMA FILHO *et al.*, 2014). São fixados 57 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 190 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, e a produção de massa verde pode chegar em solos argilosos de 20 a 25 t ha<sup>-1</sup> e massa seca de 5 a 8 t ha<sup>-1</sup> (LIMA FILHO *et al.*, 2014).

## 2.2 PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

A produção de hortaliças é uma atividade agrícola que frequentemente envolve uma alta intensidade de mecanização e o uso intensivo de insumos, levando a sérios problemas no solo e recursos naturais, especialmente em áreas com topografia irregular.

A erosão do solo e o esgotamento dos recursos naturais são desafios importantes nessas regiões. Por ser importante e indispensável o uso frequente e intenso de produtos químicos e água na produção de hortaliças, facilmente ocorrem situações extremas para os produtores, como escassez de recursos e abandono das áreas.

O Sistema de Plantio Direto (SPD) oferece uma solução valiosa para esses problemas, já bastante praticado na produção de grãos devido aos seus benefícios comprovados, o SPD também pode ser uma ferramenta crucial na produção de hortaliças. Ele pode ser definido como um sistema de manejo sustentável do solo e da água, com objetivo de aperfeiçoar a expressão do potencial genético das plantas cultivadas (MELO *et al.*, 2016).

Ele é considerado um processo inovador e sustentável desde o início, trazendo benefícios ambientais e permitindo ao produtor produzir mais rapidamente sem perder tempo com o preparando o solo como nos sistemas convencionais que consiste no revolvimento do solo para incorporação dos insumos.

O sistema teve início em 1971 no estado do Paraná e os primeiros experimentos foram com plantio de trigo, e na década de 90 o plantio direto uma expansão para os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás com a imigração de produtores do sul. O sistema foi aceito e bastante utilizado devido as suas vantagens como menor



custo de produção, menos degradação do solo, uso de menos maquinários e fácil operação o que levou muitos agricultores adotarem a nova técnica (ROSA, 2016).

A grande motivação para os agricultores foi a redução de tempo e mão de obra, não degradação do solo, a independência do uso de maquinários alugados e recuperar a competência produtiva do solo (ROSA, 2016).

Conhecido como uma técnica de cultivo conservadora, que mantém no solo resíduos da última cultura cultivada e palhada de plantas de cobertura, o SPD pode ser definido como o sistema de produção que tem por base três princípios básicos de manejo do solo, o não revolvimento, a cobertura permanente (morta ou viva) e a rotação de culturas (PECHE FILHO, 2005).

Prática fundamental adotada no SPD é a utilização de adubação verde, que consiste no cultivo e manejo de plantas em seu florescimento, ou após a colheita das sementes (TIVELLI *et al.*, 2010). Considerando o agroecossistema como um ser vivo e complexo, a agricultura com base ecológica se torna uma escolha mais adequada para a sustentabilidade do meio rural (ALMEIDA *et al.*, 2009).

Essa prática tem muitas vantagens no cultivo de hortaliças, a crotalária, por exemplo, é uma leguminosa com rápido desenvolvimento e grande produção de matéria verde que é utilizada na fixação biológica de nitrogênio, no controle de plantas daninhas e na capacidade de controle de fitonematóides do solo consistindo em excelente alternativa para manejo destas pragas (OLIVEIRA, 2014).

Já na utilização de gramíneas como adubação verde a vantagem é a quantidade elevada de fitomassa, devido seu desenvolvimento inicial ser mais rápido, adaptação às condições edafoclimáticas adversas e um sistema radicular fasciculado que facilita a exploração do solo em diferentes profundidades (GOMES *et al.*, 1997 *apud* ALVARENGA *et al.*, 2001).

O sistema de plantio direto em hortaliças (SPDH) segue esses princípios como o revolvimento localizado do solo, é limitada às covas ou sulcos de plantio, a diversificação de espécies por meio da rotação de culturas, e inclusão de plantas de cobertura para a produção de palhada e mantendo uma cobertura contínua do solo (MADEIRA, 2013).

Dentre as vantagens em adotar esse sistema para a produção de hortaliças tem destaque a busca pelo conforto da planta é guiada pela minimização dos estresses nutricionais, salinidade, escassez de água, variações de temperatura, intensidade luminosa, níveis de pH e pela otimização da velocidade de difusão do oxigênio nas áreas externas do sistema radicular (FAYAD *et al.*, 2019).

Os maiores desafios encontrados na implantação dos SPHD é conciliação de plantas de cobertura com a cultura de interesse comercial, ou seja, encontrar uma combinação adequada de plantas de cobertura que proporcionem os benefícios desejados (cobertura do solo, fixação de nitrogênio, matéria orgânica, etc.) sem ter competição com a cultura principal comercial.

A também a preocupação de garantir que os nutrientes estejam disponíveis para a cultura comercial quando ela mais precisa deles, além da necessidade de uma grande rotatividade de espécies porque as hortaliças possuem ciclo curto.

### 2.3 CULTIVO DE BRÓCOLIS E ABOBRINHA-DE-TRONCO NO BRASIL

No Brasil, a agricultura familiar tem grande influência na produção de alimentos para consumo interno e externo, sendo responsável pela produção de grãos, hortaliças, frutas, carnes, ovos, leite, entre outros. No setor hortícola, a produção da brócolis em 2017 foi de 109.005 toneladas e a de abobrinha foi de 122.733 toneladas (IBGE, 2017).

Portanto, considerando a importância da agricultura familiar na produção e comercialização de hortaliças e sua relevância nas instituições agrícolas do território nacional, 77% são classificadas como agricultura familiar (IBGE, 2017). Segundo o censo agropecuário de 2017, existem 336.195 estabelecimentos dedicados à horticultura, dos quais 34.855 se dedicam à produção de abóbora e 23.574 à produção da brócolis.

De acordo com o censo agropecuário de 2017, existem 605 propriedades agrícolas familiares que trabalham com horticultura na mesorregião do oeste do Paraná, propriedades cadastradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e desse total, 185 propriedades produzem brócolis e 182 produzem abobrinha. Em relação à agricultura familiar do município de Santa Helena, 47 propriedades

agrícolas são cadastradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo 8 estabelecimentos produtores de abobrinha e brócolis, cujos produtos possuem o selo nacional de compatibilidade orgânica (ZANG 2022; MAPA, 2022; IBGE, 2017).

### **2.3.1 Brócolis (*Brassica oleracea*)**

A família *Brassicaceae* consiste de cerca de 350 gêneros e 3.000 espécies, com distribuição geográfica bastante ampla, é encontrada principalmente em regiões temperadas e de clima seco dos Hemisférios Norte e Sul, dentro desta família encontramos o gênero *Brassica* apresenta mais de 100 espécies selvagens e cultivadas (SCALON & SOUZA, 2002; MELO, 2007).

Dentre essas existem as principais culturas utilizadas na alimentação humana, algumas representantes deste gênero são repolho, couve-flor, couve-chinesa e brócolis que tiveram origem nas regiões de altitude do Mediterrâneo, migraram para o norte da Europa e posteriormente para a China onde evoluíram em diferentes populações locais (MELO, 2007).

A brócolis é uma planta de folhas largas, lobuladas, onduladas, espessas e cobertas por uma leve camada de cera, ele possui inflorescências com coloração verdes, roxas ou brancas (tipo ramoso), a brócolis com inflorescência coloração verde foi introduzido nos Estados Unidos por imigrantes italianos e posteriormente voltou para a Europa e Japão e foi espalhada para o resto do mundo (MELO, 2007).

A brócolis é uma cultura bastante semelhante ao couve-flor, ela possui caule relativamente mais longo, as nervuras das folhas são menos salientes e pedúnculos compridos e mais distanciados, seu capítulo central é menos compacto, cor esverdeada e emite vários rebentos nas axilas das folhas, que terminam em capítulos de flores imperfeitas (SILVA, 2014; MELO, 2007).

Quanto às exigências de solo e temperaturas ótimas para a produção da brócolis, elas oscilam entre 20 e 24°C antes da emergência da inflorescência “cabeça” e após o ideal são temperaturas entre 15 a 18°C, o zero absoluto da espécie é de 5°C (SILVA, 2014).

A planta suporta geadas fracas, porém se a geada ocorrer na emergência da inflorescência central ocorre seu escurecimento, já o cultivo da brócolis em altas temperatura favorece o aparecimento de seus primórdios florais (STOPPANI *et al.*, 2003 *apud* SILVA, 2014).

O ciclo da cultura é dividido em 4 estágios, o primeiro é entre 0 a 30 dias após a germinação (muda), segundo é a fase de expansão e aparecimento das primeiras folhas externas, terceiro é a fase de diferenciação floral e quarto estágio de desenvolvimento floral.

Igualmente todas as hortaliças desta família botânica, a brócolis é bastante exigente tratando-se da fertilidade do solo, onde um dos grandes desafios é o aporte de nitrogênio para o estabelecimento do sistema de produção orgânico, e neste contexto a adubação verde desempenha papel de grande função, principalmente o uso de leguminosas para suprir a demanda de N, sendo assim o SPDH é uma boa escolha para o cultivo da brócolis (PADOVAN, 2007; MELO, 2007).

O cultivo de hortaliças em sistemas orgânicos de produção vem contribuindo para a recuperação e diversificação de alguns agroecossistemas, propostas de transição do sistema convencional para sistemas mais conservacionistas que visam o equilíbrio e uso racional dos recursos naturais (ZANG, 2022).

A brócolis é uma hortaliça de crescimento rápido e que apresenta uma alta demanda por nitrogênio, essa cultura é ideal para cultivo em sistema de plantio direto de hortaliças, pois neste sistema encontramos a rotação de culturas, inúmeras plantas de cobertura, disposição e espaçamento adequado (DINIZ *et al.*, 2008; FAYAD *et al.*, 2019).

### **2.3.2 Abobrinha-de-Tronco (*Cucurbita pepo*)**

A abobrinha-de-tronco (*Cucurbita pepo*) pertencente à família das cucurbitáceas uma família que reúne espécies com importante uso na alimentação, os principais representantes são melancia, melão, berinjela, pepino e abóboras, elas juntas representam cerca de 20% da produção mundial olerícola (FISCHER, 2012). A abobrinha de tronco também é conhecida como abobrinha italiana ou de moita.

Seu produto comercial é o fruto *in natura*, possui vitaminas A, B2, C e E, rico em nutrientes, aminoácidos, carboidratos e fibras (TAMER *et al.*, 2010). Seu consumo é de forma frita, cozida, refogada, recheada e como legume, portanto, ela apresenta boa aceitação do consumidor ao mercado.

É uma planta anual cujo desenvolvimento vegetativo ocorre sim ultimamente com a formação de flores e frutos, seu caule é herbáceo e rastejante, com gavinhas e raízes adventícias que auxiliam na fixação da planta ao solo na maioria das espécies, seu hábito de crescimento determinado, com caule único e crescimento limitado (FISCHER, 2012).

O seu desenvolvimento é melhor adaptado a climas secos e temperaturas de 18 a 35°C, com umidade relativa do ar ótima entre 60 a 70% do ar, ela é uma hortaliça de clima tropical e podem ser plantadas durante todo o ano em regiões de clima quente, já em regiões com geadas os plantios devem estar restritos aos meses de agosto a fevereiro (AMARO *et al.*, 2021; BIANCHINI, 2013).

Em sistema plantio direto o recomendado é colocar 2 a 3 sementes diretamente na cova, cobrindo as sementes com até 2 cm de solo (AMARO *et al.*, 2021).

O ciclo é de 50 a 80 dias, pode ser cultivado no verão e na primavera. Ela possui grande importância econômica principalmente para as regiões do sul e central do Brasil (BIANCHINI, 2013). A cultivar caserta é a mais utilizada dentro do grupo *Cucurbita pepo* L. seus frutos possuem coloração verde-clara com estrias verde-escuro, tem formato cilíndrico.

Segundo IBGE (2017) a produção de abóbora no Brasil foi de 417.839 t ha<sup>-1</sup>, os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Goiás representam cerca de 90% da produção nacional.

No sul do Brasil para cultivo de abobrinha tem a opção de produzir em ambientes protegidos, ou seja, produção em épocas desfavoráveis ao seu cultivo, isso porque no outono e inverno tem o agravante de temperaturas muito baixas, que são um problema, com a utilização de ambientes protegidos não haverá uma redução nas perdas e aumento da produção (STRECK *et al.*, 2002). Entretanto, altas temperaturas podem prejudicar a polinização e a fecundação, fazendo com que ocorra a paralisação do

desenvolvimento e queda dos frutos, ocorrendo a perda de produtividade (BIANCHINI, 2013).

Apesar da importância econômica e nutricional da cultura, poucos são os estudos com a utilização de adubos, principalmente leguminosas que disponibilizam N ao solo. Na literatura, em sua maioria os estudos são feitos em outras cucurbitáceas, com maior valor econômico, como a melancia.

O nitrogênio (N) é um nutriente que atua diretamente nos processos de desenvolvimento das plantas, aumenta a área foliar e, portanto, alterando a relação fonte-dreno, e, portanto, a distribuição dos assimilados dos órgãos vegetativos para reprodutivos (BIANCHINI, 2013).

Ainda segundo Souza (2019), um nutriente é o potássio (K) importante para a cultura que afeta atributos como cor, tamanho, acidez e valor nutritivo, além de auxiliar na resistência ao transporte, manuseio e armazenamento do fruto, portanto, afeta diretamente a qualidade do fruto.

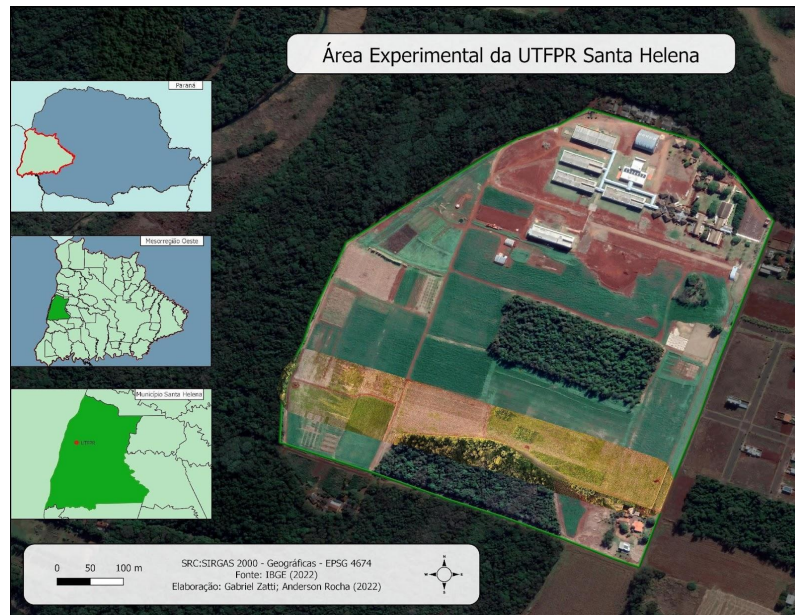
O aumento de doses de N até certo limite, permite que aumento da área foliar das cucurbitáceas exerça efeito na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produção de frutos (QUEIROGA, *et al.*, 2007). Por ser uma planta com área foliar reduzida encontra-se problemas com a competição de plantas daninhas, ou seja, o uso de plantas de cobertura, além da disponibilização de nutrientes, auxilia no controle de plantas invasoras.

### 3 MÉTODO

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na área agrícola da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Santa Helena (Figura 1), localizada na região oeste do Paraná, com coordenadas 54°19' 58" longitude oeste e 24°51'37" de latitude leste, 258 metros acima do nível do mar. O clima da região é classificado como Cfa, subtropical úmido, com temperatura média no mês mais frio a 13 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 31 °C. Além de, apresentar verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo, sem estação seca definida conforme classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013).

**Figura 1 – Localização da área experimental na Área Agrícola da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). *Campus* Santa Helena – PR, 2022.**



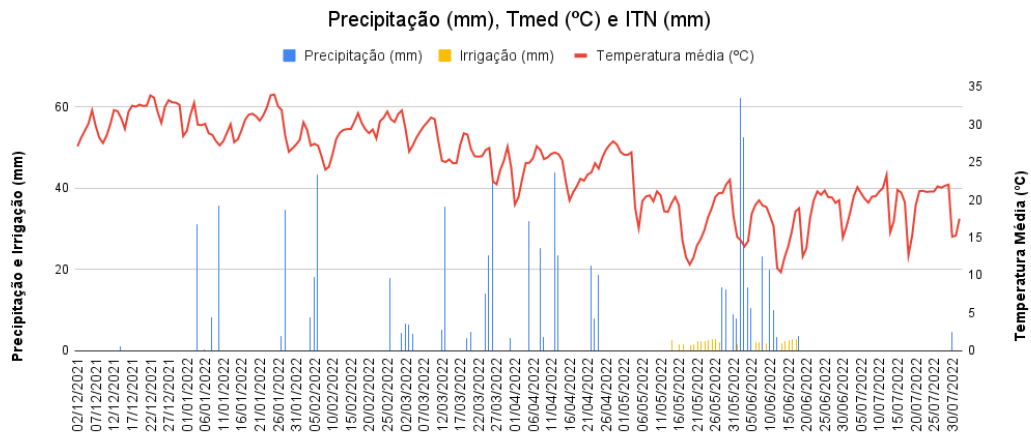
Fonte: Zatti e Rocha (2022)

O solo local do campus é caracterizado como sendo o Nitossolo Vermelho Distroférico Latossólico (ZATTI & ROCHA, 2022).

A composição granulométrica do solo da área de estudo é de 73% argila, 18,1% silte e 8,9% areia, caracterizando um solo muito argiloso. A caracterização inicial pela análise química da camada de 0-20 cm apresentou as seguintes condições: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,80; MO = 28,81 g dm<sup>-3</sup>; P (Mehlich<sup>-1</sup>) = 5,32 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,37 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 4,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 6,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB (soma de bases) = 6,42 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 12,63 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V (saturação por bases) = 50,83%.

Os dados climáticos de precipitação (mm) pluviométrica, bem como, temperatura média (T°C) ao longo do período experimental estão apresentados na figura 2.

**Figura 2 – Médias mensais de temperatura do ar mínima e máxima (°C) e precipitação pluvial (mm) durante o período do experimento localizado na área experimental da UTFPR Campus Santa Helena – PR, 2022.**



Fonte: Autora (2022)

### 3.1.1 Descrição do Experimento

A área tem como histórico o cultivo de nabo-forageiro (*Raphanus sativus* L.) em área total durante o inverno de 2020, pousio durante a primavera, com ocorrência de plantas espontâneas e posterior revolvimento com grade aradora previamente ao estabelecimento das plantas de cobertura de verão, em dezembro de 2020, não havendo mais perturbação do solo posteriormente a essa data, exceto para o tratamento específico. O presente trabalho considera o segundo ano de cultivo das plantas de cobertura e hortaliças em SPDH.



O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições, constituído por 18 parcelas com dimensões de 4 m x 5 m (20 m<sup>2</sup>) cada, tendo o experimento área total de 360 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram constituídos por espécies da família das leguminosas (*Fabaceae*) e gramínea (*Poaceae*) como plantas de cobertura do solo e dois pousios como testemunha, apresentados a seguir com as respectivas densidades de sementeira: T1 – Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) – 80 kg ha<sup>-1</sup>; T2– Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) – 120 kg ha<sup>-1</sup>; T3 - Crotalária ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*) – 15 kg ha<sup>-1</sup>; T4 – Milheto (*Pennisetum glaucum*) – 15 a 20 kg ha<sup>-1</sup>; T5 – Solo sem cobertura com roçada; T6 – Solo sem cobertura, com revolvimento do solo.

A sementeira das plantas de cobertura ocorreu em 21 de dezembro de 2021 (figura 3) sendo depositadas as sementes das diferentes espécies em sulcos previamente demarcados por semeadora de plantio direto acoplada em trator (sem adição de fertilizante). Os espaçamentos utilizados foram de 0,5 m para as *fabaceae* e 0,25 m entre linhas para a *poaceae*. Acompanhou-se o período de germinação e emergência, sendo necessário a realização de ressemeadura para o milheto e *C. ochroleuca*, usando metade da densidade inicial. Fez-se necessário este procedimento, tendo em vista a estiagem que ocorreu durante o período, afetando mais significativamente essas espécies.

**Figura 3 - Depósito manual das sementes nos sulcos abertos (A). Demarcação com trator e semeadora (B). UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022**



Fonte: Ziech (2023)

A coleta da biomassa vegetal das plantas de cobertura foi realizada aos 121 dias após a semeadura, quando as plantas se encontravam em florescimento (Figura 4 A). A coleta foi realizada por meio de quadro metálico com área conhecida (0,25 m<sup>2</sup>) em dois pontos ao acaso em cada parcela. Posteriormente colocados em sacos de papel kraft para secagem em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 50±5 55°C, por 144 horas até atingirem massa constante. O manejo das plantas de cobertura (140 dias após semeadas) foi feito através de roçada manual (Figura 4B).

**Figura 4 - Coleta das plantas de cobertura para avaliação da matéria seca (A) e manejo através de roçada manual para aporte sobre o solo (B). UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



Fonte: Autora (2022)

A cultura de interesse comercial foi a brócolis, estabelecido diretamente sobre os resíduos de plantas de cobertura, e em sucessão, foi estabelecida a cultura da abobrinha de tronco sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura.

A semeadura da brócolis para preparo das mudas da brócolis foi realizado no dia 31 de março de 2022 em bandejas de isopor, contendo 128 células cada, utilizou como substrato a mistura de húmus comercial Turfa Fértil®, complementado com cama de

aviário e vermiculita, na proporção 5:1:1. Foram depositadas 2 sementes por célula, posteriormente foi feita a repicagem das mudas, 35 DAE, deixando apenas uma planta por célula, a emergência das mudas ocorreu 7 dias após a semeadura. Durante o período de germinação e desenvolvimento inicial das mudas foram acondicionadas em ambiente protegido, com sombreamento de 25% e irrigação diárias, duas vezes ao dia, em horários frescos do dia.

Foi utilizada a cultivar da brócolis Híbrido BRO 68 da Syngenta®, com características de baixa incidência de talos ocos, portanto, melhor aproveitamento das inflorescências com menores perdas à campo, o híbrido possui inflorescências semi-globulares com baixo acúmulo de água, baixo número de folhas e peso médio da inflorescência em torno de 500 g.

O transplântio das mudas à campo foi realizado dia 13 de maio de 2022 quando as mesmas atingiram 4 a 5 folhas verdadeiras totalmente abertas (44 DAE) com uma matraca manual adaptada para transplântio de mudas de hortaliças (Figura 5A).

**Figura 5 - Transplântio das mudas da brócolis a campo, em SPDH com matraca adaptada (A) e condição da muda em parcela de mucuna-preta (B). UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**

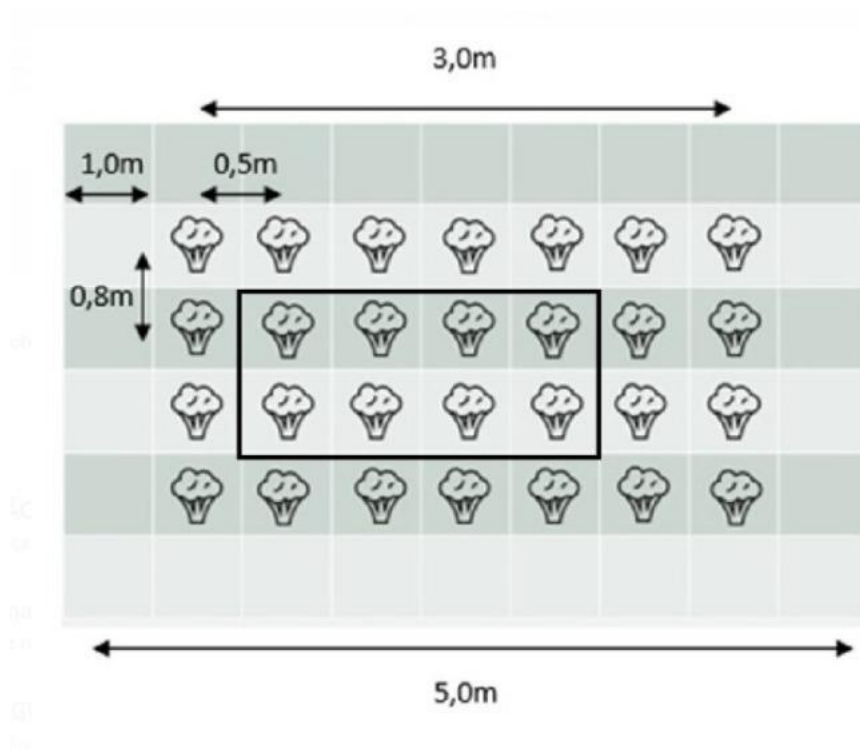


Fonte: Autora (2022)

A distribuição das plantas em cada uma das parcelas, seguiu o espaçamento de 0,5 m entre plantas e 0,8 m entre linhas, dispensando 1 metro em cada extremidade, sendo

4 linhas e 7 plantas em cada linha, com um total de 28 plantas por parcela, conforme esquematizadas na figura 6.

**Figura 6 - Distribuição das plantas da brócolis nas parcelas experimentais. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



Fonte: Zang (2022)

Após o transplântio a campo, as mudas receberam irrigação por aspersão quando necessário, devido as hortaliças serem sensíveis ao estresse hídrico, especialmente após transplântio à campo, foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão na área experimental, com os espaçamentos dos aspersores de 12 x 12 m com vazão de 0,23 L h<sup>-1</sup> e eficiência de aplicação de 66%. As irrigações foram realizadas considerando os dados meteorológicos da região e realizados cálculos para obter qual a necessidade da cultura determinando o tempo de irrigação pela estimativa de evapotranspiração da cultura da brócolis para o período de desenvolvimento vegetativo.

Para acompanhamento da decomposição dos resíduos de plantas de cobertura a campo, foram elaborados *litter bags* para cada parcela com o mesmo peso, mais uma amostra contendo o mesmo peso e material será armazenada em papel Kraft (tempo

zero). Os *litter bags* foram colocados à campo, nas entrelinhas da brócolis (Figura 7A) e retirados em tempos pré-determinados, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias.

Para confecção dos *litter bags*, utilizou-se as amostras coletadas a campo das parcelas de origem, posteriormente o material vegetal foi pesado em uma balança semianalítica (cada parcela possui um peso específico) e homogeneizadas e separadas contendo as diferentes partes vegetais (folhas, caules, vagens, sementes) e colocado nos *litter bags*, com dimensões de 20 x 20 cm perfazendo área interna de 0,04 m<sup>2</sup>, em tecido voil (Figura 7B).

**Figura 7 - *Litter bags* em tecido voil com dimensões de 20 x 20 cm dispostos a campo nas entrelinhas da brócolis (A) e coletados a campo para pesagem e determinação da matéria seca residual (B). UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



Fonte: Autora (2022)

Aos 10 DTA identificou a presença da lagarta *Ascia monuste* (borboleta-da-couve) e formigas-cortadeiras, havendo a necessidade de realizar o replantio de mudas à campo. Para controle da lagarta, foram eliminadas com catação manual, sendo estas encontradas próximas ao solo e folhas, o controle das formigas-cortadeiras foi utilizado armadilhas com iscas conforme a figura 8A.

Como estratégia para minimizar e auxiliar no monitoramento e controle de pragas durante o período de desenvolvimento vegetativo da cultura da brócolis foi realizado por meio de armadilhas coloridas adesivas coloridas, utilizando garrafas pets com cor azul e amarela, revestidas com cola entomológica (figura 8B).

**Figura 8 - Armadilhas iscas para formigas-cortadeiras (A) e armadilhas adesivas coloridas instaladas à campo para auxiliar na identificação da ocorrência e controle de insetos pragas (B).**

**UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



Fonte: Autora (2022)

A adubação na cultura da brócolis foi realizada seguindo a recomendação de adubação orgânica para plantio direto na cultura da brócolis segundo SOUZA *et al* (2014) que consiste na aplicação de esterco animal com dose total é de 30 ton ha<sup>-1</sup>, divididos em 2/3 de adubação de base e 1/3 adubações de cobertura na superfície do solo. Utilizou-se adubo orgânico oriundo de esterco bovino previamente curtido. Portanto, foi fracionado a quantidade total do esterco em duas aplicações, sendo uma de base, com distribuição na área total e outra de cobertura realizada 42 após o transplântio (DTA) distribuído próximo a linha de plantio com quantidade de 7,5 Kg por linha (figura 9).

**Figura 9 - Adubação orgânica de cobertura esterco bovino curtido aplicado próximo a linha do plantio aos 42 DTA. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



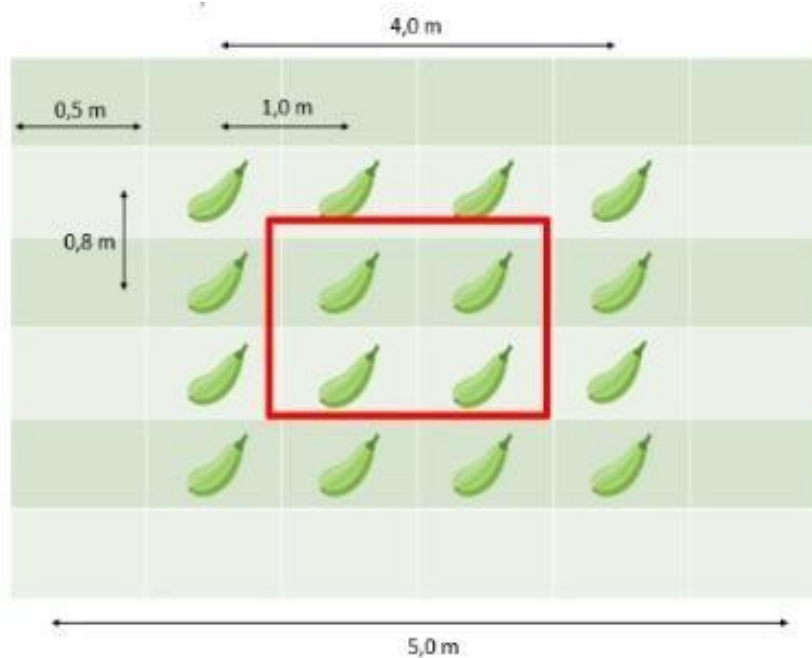
Fonte: Autora (2022)

Para a cultura da brócolis utilizou-se como área útil 8 plantas centrais por parcela. A colheita ocorreu quando a planta atingiu o tamanho máximo de sua inflorescência, com ela compactada e grânulos fechados e realizado o corte rente ao solo, foi iniciada a realizada a colheita aos 77 até 86 DTA, resultando em 3 momentos de avaliação dos seguintes parâmetros agrônômicos: diâmetro da base da inflorescência (cm); diâmetro do colmo (cm); número de folhas; comprimento do caule (cm) circunferência da inflorescência (cm); peso fresco da inflorescência, folhas, caule e flores ( $\text{g planta}^{-1}$ ); e, a produtividade total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Para determinar o diâmetro da base da inflorescência e o diâmetro da base do colmo utilizou um paquímetro. O número de folhas foi feito a contagem, onde foram retiradas as folhas verdadeiras do colmo. O comprimento do caule foi usado uma fita métrica, mensurando a base do colmo até a base da inflorescência. Para determinar o diâmetro da inflorescência, foi considerada a circunferência com auxílio de uma fita métrica e, em seguida, a relação entre o perímetro e o valor de  $\pi$ . O peso médio foi determinado pela pesagem das inflorescências, folhas, caule e flores foi realizado em balança semianalítica. A produtividade foi determinada com base na área útil da parcela, e estimada em função do número de plantas por hectare.

Ao final do ciclo da brócolis, foi estabelecido em sucessão na mesma área o cultivo de Abobrinha de Tronco Caserta (*Cucurbita pepo*), que aconteceu no dia 25/09/2022 através de semeadura direta manual, com a distribuição de três sementes diretamente nas covas, sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura e do cultivo da brócolis, utilizando o espaçamento de 1,0 m entre planta na linha, e 0,8 m entre linhas conforme esquema indicado na Figura 10. A emergência ocorreu com sete dias após a semeadura.

**Figura 10 - Distribuição das plantas de abobrinha-de-tronco nas parcelas experimentais. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



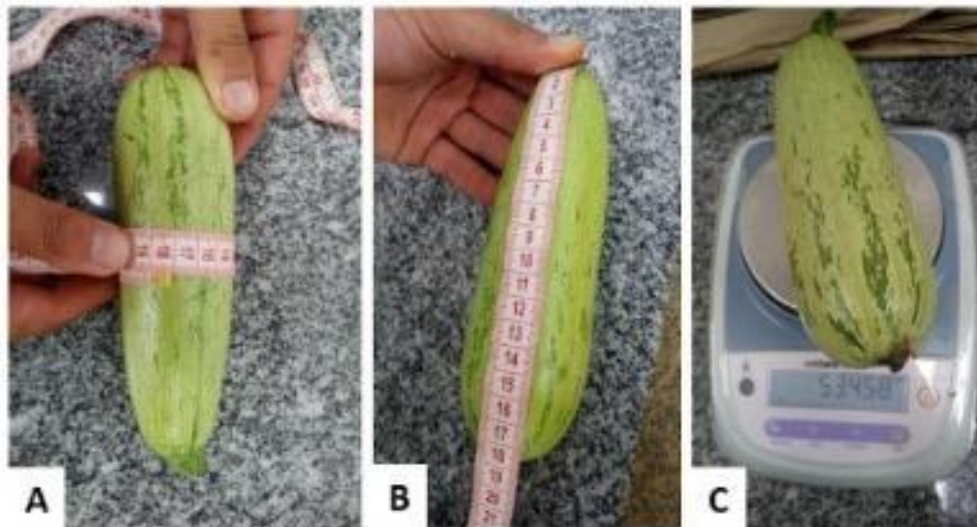
Fonte: Zang (2022)

Devido à presença da lagarta-rosca, foi necessário realizar a ressemeadura de algumas plantas de abobrinha, realizando-se o controle manual para esta praga. No decorrer do período vegetativo da abobrinha-de-tronco foram realizadas roçadas e capinas para o controle de plantas daninhas em meio a cultura. Aos 21 DAS, foi realizado o desbaste do excesso de plantas, deixando apenas uma planta por cova. Nenhum outro trato cultural foi necessário, devido à ausência de ocorrência de insetos, pragas e doenças.



A colheita dos frutos de abobrinha iniciou aos 40 DAE (09/11/2022), em quatro plantas por parcela, localizadas na região central da parcela (área útil), e no momento em que os frutos apresentavam tamanho comercial, a partir de 15 cm de comprimento, sendo colhidos e identificados os frutos de cada planta dentro da área útil. Para cada fruto foram avaliados a circunferência na porção mediana de cada fruto, o comprimento do fruto (cm) através de uma fita métrica, e o peso médio de fruto (g) foi aferido através de uma balança semianalítica (Figura 11), possibilitando a estimativa da produção por planta (kg) e produtividade total por área (kg ha<sup>-1</sup>).

**Figura 11 - Avaliação dos frutos da cultura abobrinha-de-tronco (*Cucurbita pepo*) cultivadas sob plantio direto. A) Avaliação de circunferência do fruto de abobrinha; B) Avaliação de comprimento do fruto de abobrinha; C) Avaliação do peso médio do fruto de abobrinha. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**



Fonte: Autora (2022)

### 3.1.2 Análise Estatística

Os dados coletados foram organizados em planilha eletrônica *Excel*, aplicados à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% significância quanto a probabilidade de erro pelo programa computacional GENES.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No SPDH é apropriado a utilização de plantas de cobertura que alcancem elevada produção de resíduos e que estes apresentem maior tempo de meia-vida, resultando em menor velocidade de decomposição, mantendo-se no solo por maior período de tempo (BOER *et al.*, 2008). As plantas de cobertura possuem características diferentes entre as espécies, e que, podem responder de formas distintas em termos de adaptação à região (solo e clima), um dos requisitos para alcançar sucesso no sistema é a cobertura do solo com 5 t ha<sup>-1</sup> de resíduos (NESPOLI *et al.*, 2013).

Nas condições do presente estudo, as maiores produções de MS foram alcançadas com a utilização de milho com valor de 14.585 kg ha<sup>-1</sup> e feijão-de-porco com 14.583 kg ha<sup>-1</sup>. Produção intermediária entre as espécies testadas foi obtida com a *C. ochroleuca*, com aporte de 11.510 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto, a menor contribuição do MS sobre o solo foi no uso de mucuna-preta, com acúmulo de 4.527 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

**Tabela 1. Produção de matéria seca (MS) pelas plantas de cobertura de verão. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**

<b>Plantas de Cobertura</b>	<b>Matéria Seca (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Crotalária <i>ochroleuca</i>	11.510 ab
Feijão de Porco	14.583 a
Mucuna Preta	4.527 b
Milho	14.585 a
CV (%)	25

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan para um nível de significância de 5%.

Assim, os rendimentos obtidos nas condições deste estudo mostram que a maioria deles foi favorável, inclusive para feijão-de-porco e milho, superando as médias esperadas de acordo com Lima Filho *et al.* (2014), que para feijão-de-porco era de

5.300 kg ha<sup>-1</sup> de MS e milho 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS. Nos estudos de Oliveira *et al.*, (2002) foram encontrados resultados inferiores para mucuna-preta com 1.090 kg ha<sup>-1</sup> e milho 14.180 kg ha<sup>-1</sup>.

O Milho tem maior potencial de produção de MS para a proteção do solo, adicionando mais palhada em comparação com as leguminosas, ele tem oferecido grande potencial como planta de cobertura. Serve como excelente opção para cobertura dos solos nas áreas de plantio direto, por manutenção da palha sobre o solo e conseqüentemente criação de condições para o desenvolvimento e a manutenção da fauna microbiana (RESENDE, 2019). Seu desenvolvimento é eficiente em situações adversas de clima e solo, possuindo capacidade de extração de nutrientes de perfis profundos, devido ao sistema radicular agressivo e abundante, proporciona a ciclagem de nutrientes para a camada mais superficial, além de apresentar melhor crescimento inicial, rusticidade e lenta degradação de MS (NETO, 2016).

O resultado para o milho foi superior quando comparado ao trabalho de Teixeira *et al.*, (2011) realizado no verão, estado do Rio de Janeiro que teve resultados para cultivar ENA 2 de 2.833 kg ha<sup>-1</sup> e para cultivar BRS 1501 de 1.466 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade da biomassa seca do milho foram superiores comparados ao de Boer *et al.*, (2008) Moraes (2001), sendo respectivamente de 10.801 kg ha<sup>-1</sup> e 9.650 kg ha<sup>-1</sup> e resultados similares quando comparados ao trabalho realizado em Minas Gerais por Oliveira, Carvalho & Moraes (2002) que obteve o valor de 14.180 kg ha<sup>-1</sup>.

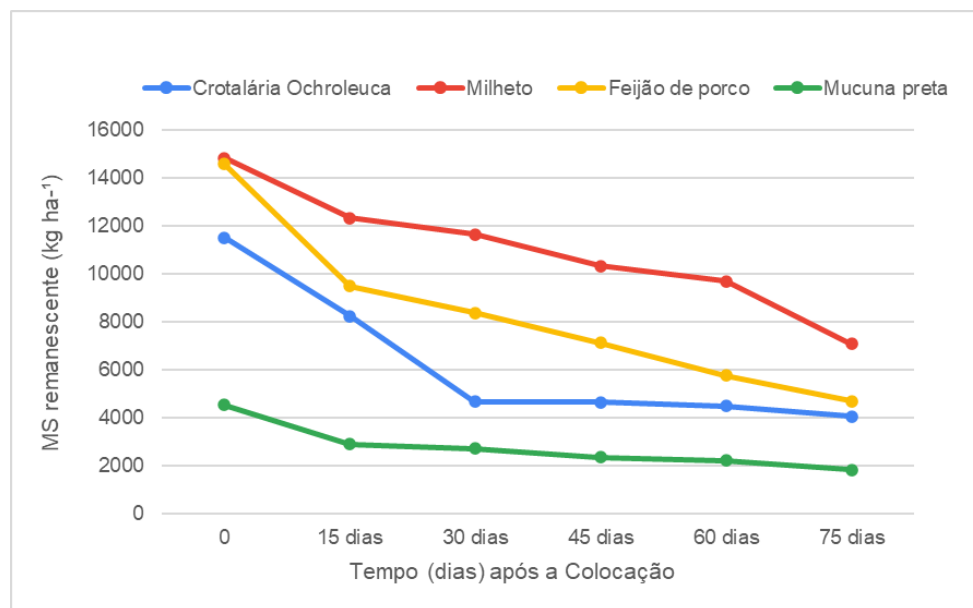
Para *C. ochroleuca* durante o período de outono no Estado do Mato Grosso do Sul, Moitinho (2019) apresentou menores rendimentos de matéria seca, sendo de 4.070 kg ha<sup>-1</sup>. Os resultados da produção de MS dependem da taxa de crescimento dessas leguminosas.

Ao avaliar a quantidade de MS de plantas de cobertura, Ceretta *et al.*, (1994) obteve resultados de 6.052 kg ha<sup>-1</sup> de MS para feijão-de-porco com resultados inferiores ao presente trabalho. Em trabalho realizado em Minas Gerais a produção de biomassa seca para mucuna-preta e feijão-de-porco foi inferior ao encontrado no presente trabalho (tabela 1), sendo respectivamente 1.090 kg ha<sup>-1</sup> e 3.430 kg ha<sup>-1</sup> de MS (OLIVEIRA, CARVALHO & MORAES, 2002).

Para Rodrigues *et al.* (2012) realizaram estudos no Mato Grosso do Sul no verão com as espécies feijão-de-porco, milho e mucuna-preta onde obtiveram resultados de MS de 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, 12.600 kg ha<sup>-1</sup>, 3.300 kg ha<sup>-1</sup>. Os resultados encontrados por Heberle (2015), em Dois Vizinhos/PR para feijão-de-porco, mucuna-preta foram respectivamente 3.245 kg ha<sup>-1</sup> e 1.720 kg ha<sup>-1</sup> de MS, em ambos os trabalhos, nenhum teve melhor resultado ao encontrado no estudo desenvolvido em Santa Helena.

A decomposição dos resíduos de MS das plantas de cobertura foi determinada com o uso de *litter bags* colocados a campo e estão apresentados no gráfico da figura 12.

**Figura 12 – Matéria Seca (MS) remanescente das plantas de cobertura de verão para proteção do solo em sistema SPDH. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022**



Fonte: Autora (2022)

No gráfico podemos observar que a decomposição dos resíduos das plantas de cobertura teve redução média de 31,8% da MS inicial até o final dos 15 dias, onde o feijão-de-porco apresentou uma rápida decomposição com redução de 35% de MS e o milho com melhor desempenho, decompondo apenas 17,5%.

A *C. ochroleuca* teve uma decomposição rápida do início até os 30 dias, com média de 5.759 kg ha<sup>-1</sup> de MS. Ao longo dos 30 e 75 dias a *C. ochroleuca* e feijão-de-porco se

mantiveram similares em quantidade de material seco remanescente ao solo, sendo 5.780 kg ha<sup>-1</sup> e 7.119 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

O milho tem alto potencial para produção e manutenção de resíduos da superfície do solo, já entre as *Fabaceae* o feijão-de-porco teve a maior produção e deposição de material remanescente para reter resíduos da superfície do solo ao longo do tempo. O resultado encontrado por mucuna-preta pode ser explicado devido à alta taxa de decomposição (LIMA FILHO *et al.*, 2014), bem como questões climáticas que ajudaram na rápida ciclagem de nutrientes, sendo que alta intensidade de precipitação e temperaturas contribuem para uma decomposição mais rápida dos resíduos.

A decomposição da MS das plantas de cobertura foi obtida através de *litter bags* colocados a campo. O feijão-de-porco apresentou decomposição rápida com 15 dias de manejo. A *C. ochroleuca* teve uma redução significativa nos primeiros 30 dias, com redução de 60% de sua MS, possuindo estabilidade de 40% no tempo restante de manejo. Pode-se observar no gráfico (figura 12) uma redução média de todas as culturas de 27% da MS remanescente ao final dos 15 dias desde o manejo, onde a mucuna-preta teve a maior redução neste período, com decomposição de 36% e o menor foi o milho, com total de 15%.

Com 30 a 75 dias de manejo a mucuna-preta mantinha proporcionalmente quantidades de MS parecidas com a *C. ochroleuca*, apresentando respectivamente médias entre 2.270 kg ha<sup>-1</sup> e 5.780 kg ha<sup>-1</sup> de MS. O feijão-de-porco se manteve similar ao milho na manutenção de MS remanescente no solo, nos períodos de 30 a 45 dias, com 7.76 kg ha<sup>-1</sup> e 10.543 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Observa-se que ao final dos 75 dias o milho é uma planta de cobertura com maior permanência no solo, indicando, portanto, um grande potencial quando se trata de proteção do solo, correspondendo a 47% de MS inicialmente aportada, cerca de 7.078 kg ha<sup>-1</sup> residuais. Em trabalho realizado por Moraes (2001) em Minas Gerais o milho obteve resultados menores que o presente trabalho, valores em torno de 1.700 kg ha<sup>-1</sup> de MS remanescente no solo com 75 dias de manejo. Boer *et al.* (2008) no município de Rio Verde/GO encontraram resultados superiores para milho na permanência de palhada no solo, 7.433 kg ha<sup>-1</sup> de MS com 90 dias de manejo, porém com 60 dias de manejo os resultados encontrados em Goiás foram inferiores com 7.533 kg ha<sup>-1</sup> de MS

no solo, e neste trabalho com esse mesmo valor em dias possuía 9.697 kg ha<sup>-1</sup> de MS remanescente no solo (figura 12).

Mesmo mucuna-preta apresentando porcentagem de aporte similar a gramínea no final dos 75 dias de manejo (48%) de material remanescente no solo, em função de sua baixa produção de matéria seca inicial, o valor de resíduos em superfície é de 2.202 kg ha<sup>-1</sup>. Portanto, o milho apresenta alta produção, manutenção e aporte de matéria seca remanescente no solo, e entre as leguminosas o destaque é para a mucuna-preta, todavia seu aporte é menor devido à baixa produção de matéria seca inicial.

Os parâmetros avaliados para a cultura da brócolis, como diâmetro da base, número de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule, diâmetro da inflorescência, estão apresentados na tabela 2.

Entre os benefícios do uso de plantas para a adubação verde, a rápida cobertura do solo e a liberação adequada de nutrientes têm impacto positivo na produtividade comercial da brócolis. A variável de diâmetro da base da planta nos tratamentos testados não apresentou diferenças significativas com médias de 2,35 cm (tabela 2).

**Tabela 2 – Médias da Massa Verde do diâmetro da base (DB), número de folhas (FL), comprimento do caule (CC), diâmetro do colmo (DC) e diâmetro da inflorescência (DI) cultivadas sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto agroecológico. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**

TRATAMENTOS	77 DTA				
	DB (cm)	NF	CC (cm)	DC (cm)	DI
<b><i>C. ochroleuca</i></b>	2,3 a	12,8 ab	21,9 a	3,8 a	15,6 ab
<b>Mucuna preta</b>	2,5 a	13,2 a	22,5 a	3,9 a	16,6 a
<b>Feijão de porco</b>	2,3 a	12,1 ab	22,4 a	3,7 a	15,7 ab

<b>Milheto</b>	2,2 a	12,2 ab	21,4 a	3,4 a	13,0 b
<b>Pousio sem revolvimento</b>	2,2 a	12,7 ab	20,6 a	3,6 a	15,2 ab
<b>P. convencional</b>	2,3 a	11,1 b	21,0 a	3,4 a	13,6 b
<b>CV (%)</b>	6,64	7,43	5,52	8,21	10,19

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan para um nível de significância de 5%.

O número de folhas teve diferença significativa entre os tratamentos de mucuna-preta e preparo convencional, quando a adubação verde foi mucuna-preta a média de folhas foi de 13 folhas por planta comparando com o preparo convencional de o aporte de folhas foi de 11 folhas por planta. O número de folhas reflete diretamente na fotossíntese e produção de fotoassimilados das plantas e conseqüentemente na produtividade da brócolis. A variável que compara o diâmetro da inflorescência, indica que o tratamento com mucuna-preta foi o mais significativo, com diâmetro de 16,7 cm e o pior resultado foi encontrado na parcela de milho com 13 cm de diâmetro conforme tabela 2.

O comprimento caule (tabela 2) das plantas da brócolis obtiveram uma média de 21,2 cm, onde essa variável não teve relevância, porque plantas com menor porte necessitam de menos energia para manter-se do que plantas com porte maior. Já o diâmetro do colmo na base da inflorescência teve os resultados que variaram de 3,97 cm à 3,43 cm, com média de 3,6 cm sem diferença entre os tratamentos (tabela 2).

O diâmetro de inflorescência dos estudos Nespoli *at al.* (2013) foram encontrados valores superiores, com média de 19,36 cm encontrada pelos autores, superando a média de 14,95 cm (tabela 2). Essas diferenças e valores podem estar ligados às questões edafoclimáticas da região de estudo realizado no Mato Grosso, as questões ligadas às peculiaridades genéticas do híbrido usado no experimento, bem como o manejo.

Plantios da brócolis em sistemas de plantio convencional ou pousio a irrigação deve ser realizada diariamente, no plantio direto obtém-se maior eficiência do uso da água, onde os adubos verdes depois de serem manejados mantêm o solo coberto com a palhada, protegendo e diminuindo sua temperatura, além de mantêm a umidade por mais tempo. No presente trabalho a irrigação foi feita apenas quando a brócolis necessitava, mediante aos cálculos realizados antecipadamente obtinha-se o valor necessário (vazão) e a quantidade de tempo em que os aspersores eram ligados.

A produtividade da brócolis obtida em cultivo orgânico com uso de adubação verde, em sistema de plantio direto foi avaliada pela produção de matéria fresca, e extrapolada para  $\text{kg ha}^{-1}$  e está representada na tabela 3. A palhada produzida por mucuna-preta proporcionou as maiores médias de peso médio da hortaliça, enquanto o milho às menores médias, respectivamente o peso médio da inflorescência foi de  $552 \text{ g planta}^{-1}$  e  $330 \text{ g planta}^{-1}$ .

Nespoli *at al.* (2013), trabalhando com palhadas de sorgo, crotalária + sorgo, milho, crotalária + milho, crotalária no cultivo do híbrido o BRO 68 (Rogers), obtiveram a produção média de  $925 \text{ g planta}^{-1}$ , onde as maiores médias foram com a consorciação de crotalária + milho  $1.025 \text{ g planta}^{-1}$ , portanto, eles tiveram resultados superior ao encontrado neste estudo, onde a média encontrada foi de  $483,3 \text{ g planta}^{-1}$  (tabela 3).

Obteve-se resultados significativos na produtividade entre os tratamentos, com destaque no uso de mucuna-preta como adubação verde, esta apresentou resultados significantes quando comparadas ao milho, sendo  $13.801 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $8.262 \text{ kg ha}^{-1}$  de produtividade respectivamente. As parcelas de pousio com roçada e plantio convencional apresentaram médias de produtividade menores quando comparadas ao uso das leguminosas como adubação verde apresentados na tabela 3.

As parcelas utilizando *C. ochroleuca*, mucuna-preta e feijão-de-porco tiveram resultados significativos, possuindo valores superiores aos de milho, e isso pode ser explicado por serem leguminosas e apresentarem maior ciclagem de nitrogênio. Ou seja, tratando-se na proteção do solo a gramínea tem maior potencial de aporte de palha ao solo e conseqüentemente proteção contra problemas relacionados à



degradação do solo (tabela 1), todavia, quando se trata na produtividade e peso comercial de cabeça as leguminosas têm maior potencial (tabela 3).

Por ser uma hortaliça comercializada *in natura* é bastante interessante a presença de material remanescente resultante das plantas de cobertura sob o solo, evitando assim problemas como perda de solo por erosão e diminuição das taxas de perdas de água em até 90%, além do incremento de matéria orgânica. Melo *et al.* (2016) utilizaram metodologias bastante semelhantes a este trabalho e obtiveram resultados superiores na produtividade da brócolis com uso de palhada de milho (10.760 kg ha<sup>-1</sup>) com a cultivar Green Storm Bonanza comparado ao resultado encontrado neste trabalho.

Para o diâmetro de inflorescências os resultados encontrados por Lalla *et al.* (2010) foram semelhantes com este trabalho, com média de 14,76 cm (tabela 3). A maior produtividade da brócolis encontrada por Lalla *et al.* (2013) foi utilizando a cultivar Centenário (Takii), que produziu 17.100 kg ha<sup>-1</sup> superior à encontrada neste trabalho que foi 13.801,3 kg ha<sup>-1</sup> (tabela 3), podendo ser novamente evidenciado pelas questões fenotípicas e genótipos da cultivar usada.

**Tabela 3 – Peso médio e Produtividade da cultura das brócolis cultivado sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto agroecológico. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>Peso Médio (g planta<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
<b><i>C. ochroleuca</i></b>	513 ab	12.847 ab
<b>Mucuna-preta</b>	552 a	13.801 a
<b>Feijão-de-porco</b>	502 ab	12.565 ab
<b>Milheto</b>	330 b	8.262 b
<b>Pousio sem revolvimento</b>	464 ab	10.457 ab

<b>Preparo convencional</b>	380 ab	9.511 ab
<b>Médias</b>	483	11.511
<b>CV (%)</b>	21	21

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan para um nível de significância de 5%.

Em estudo feito por Melo, Madeira & Peixoto (2016) com uso de cultivares da brócolis como Avenger, Legacy, Grandíssimo, Demoledor, Green Storm, Bonanza e HECB-01-06 conduzido no campo experimental da Embrapa hortaliças na cidade de Brasília/DF com metodologia semelhante à utilizada neste trabalho a produtividade das cultivares obtida foi bastante parecida com o uso da palhada de milho com médias de 8.800 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto a produtividade do presente trabalho foi de 8.262 kg ha<sup>-1</sup> (tabela 3).

Trevisan *et al.* (2003) avaliaram a produtividade de várias cultivares da brócolis conduzindo o experimento em Santa Maria/RS em sistema convencional e os resultados foram inferiores aos deste trabalho, com média de produtividade de 10.410 kg ha<sup>-1</sup> e em Santa Helena, a média foi de 11.511 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, uso de plantas de cobertura ajudam no aumento da produtividade da brócolis.

Fundamentado nos resultados encontrados neste estudo para a produtividade, o plantio da brócolis em SPDH, com utilização de leguminosas para plantas de cobertura de verão, mostrou-se promissor comparando com outros sistemas de produção que não dispõem de palhada para as culturas subsequentes, foi capaz de proporcionar produtividade semelhantes às aquelas obtidas em sistemas convencionais. Além de ser evidente que cultivos em SPDH são benéficos, porque além deles causarem efeitos positivos como aumento da produtividade e a ciclagem de nutrientes, elas não trazem nenhum tipo de efeito negativo à cultura de interesse.

Tratando-se de SPDH de base agroecológica necessita a busca de grande diversidade e maiores quantidades de massa verde, por ser de básico em um sistema orgânico que visa elevados teores de matéria orgânica que beneficia a microbiota, os

agregados do solo, a porosidade e conseqüentemente a capacidade de infiltração e retenção de água nos poros do solo. O aumento dos macroporos em sistema de plantio direto também é importante para a conservação do solo e da água, pois está diretamente relacionado à melhoria da aeração e da infiltração de água ao solo, sistemas com rotação de culturas proporciona grande atividade radicular e aumenta a capacidade de infiltração de água ao solo (KLEIN & KLEIN, 2014).

É indicado a utilização de várias espécies de plantas de cobertura em locais que utilizam sistemas orgânicos e agroecológicos, pois este amplo espectro de plantas representa maior exploração das camadas superficiais e profundas do solo, aumentando a abundância e diversidade da macrofauna bem como no aumento da biomassa microbiana, isso a longo prazo acarreta na melhoria nas questões físicas e químicas do solo, aumentando os microrganismos no solo e garantindo a sustentabilidade do sistema de produção (CARVALHO *et al.*, 2022; ZANG, 2022).

É importantíssimo e necessário conhecer as espécies, suas exigências de clima e solo, logo, é preciso o estudo individual de cada espécie, se ela cumpre a necessidade do produtor, os efeitos positivos da utilização das espécies vegetais para cobertura de solo têm relação direta com a escolha correta das espécies, do manejo a ser adotado e da utilização dos indicadores técnicos de cultivo utilizados na introdução e adaptação das espécies (ANGELETTI *et al.*, 2018).

É preciso saber se o objetivo é o aporte de massa seca e/ou maior ciclagem nutricional, pois cada espécie tem um determinado comportamento nas condições regionais, e os benefícios das plantas de cobertura dependem da quantidade de biomassa que será manejada para formar a cobertura do solo e da qualidade da massa de matéria seca produzida, avaliada pelo teor de nutrientes acumulados na biomassa vegetal (ANGELETTI *et al.*, 2018).

O comprimento, circunferência e peso médio da cultura de abobrinha-tronco cultivada sobre os resíduos remanescentes da palhada de plantas de cobertura e brócolis estão na tabela 4. A variável peso médio dos frutos de abobrinha-tronco foram maiores nas parcelas de *C. ochroleuca*, mucuna-preta e preparo convencional. Sobre o milho novamente os resultados indicam desempenho inferior aos demais tratamentos (tabela 4).

A circunferência da abobrinha-tronco teve média de 17,9 cm com diferença significativa entre os tratamentos, em que a mucuna-preta e o pousio com roçada apresentaram os melhores resultados (tabela 4). As variações foram de 19,07 cm do pousio sem revolvimento a 16,51 cm do milho, sendo este o tratamento que apresentou a menor circunferência de fruto.

**Tabela 4 – Médias do comprimento, circunferência e peso dos frutos de abobrinha-de-tronco, em ciclo subsequente à brócolis, sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura do solo em plantio direto orgânico. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2023.**

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>Comprimento (cm)</b>	<b>Circunferência (cm)</b>	<b>Peso Médio (g)</b>
<b><i>C. ochroleuca</i></b>	20,1 a	17,6 ab	501 a
<b>Mucuna-preta</b>	20,8 a	18,5 a	455 a
<b>Feijão-de-porco</b>	19,6 a	17,3 ab	419 ab
<b>Milho</b>	17,8 a	16,5 b	291 b
<b>Pousio sem revolvimento</b>	19,9 a	19,1 a	449 ab
<b>Preparo convencional</b>	20,4 a	18,2 ab	466 a
<b>Médias</b>	19,9	17,9	452
<b>CV (%)</b>	5	4	12

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan para um nível de significância de 5%.

Em trabalho realizado por Dantas (2015) utilizando diferentes fontes de biofertilizantes não obteve diferenciação significativa na produção de matéria fresca de

abobrinha-tronco. Já Barbosa (2020) em trabalho realizado em Pombal/PB encontrou significância no peso médio dos frutos nos tratamentos submetidos a adubação mineral de NPK, com média de 499,78 g planta<sup>-1</sup>, variando entre valores como 534,83 g planta<sup>-1</sup> a 414,83 g planta<sup>-1</sup>.

Em trabalho realizado por Bianchini (2013) com três anos agrícolas de estudo obteve para circunferência do fruto, resultados inferiores ao do presente trabalho, utilizando sistema plantio direto e preparo convencional a média em seus tratamentos foi 17,32 cm, enquanto a encontrada neste trabalho foi de 17,9 cm (tabela 4).

O ponto de colheita e o manejo pós-colheita dos frutos dependem do padrão fisiológico de cada fruto, a colheita da abobrinha-troco foi quando ela se apresentava brilhante, tenros, sem fibras, o comprimento e circunferência dos frutos são variáveis devido a padronização comercial (FARIAS *et al.*, 2011; GUERRA *et al.*, 2020).

Guerra *et al.*, (2020), tiveram variação significativa na circunferência do fruto, utilizando várias cultivares testadas em sol pleno e com tela de sombreamento preta (50%), onde a cultivar Brenda teve o melhor desempenho 27,3 cm, sendo valores maiores que encontrados neste trabalho, onde a maior circunferência foi encontrada no tratamento utilizando a planta de cobertura mucuna-preta com valor de 20,78 cm, entretanto, no presente trabalho não houve variação significativa nesta variável (tabela 4).

A produtividade é a variável com maior importância quando se trata da comercialização dos frutos de abobrinha-tronco, ou seja, rentabilidade e valor econômico para quem produz os frutos, e estão representados na tabela 5.

**Tabela 5 - Produtividade da área e produção de abobrinha-de-tronco por planta, em cultivo subsequente à brócolis, sobre resíduos remanescentes de plantas de cobertura em plantio direto orgânico. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2022.**

TRATAMENTOS	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Produção por Planta (kg)
-------------	---	-----------------------------

<b><i>C. ochroleuca</i></b>	26.642,4 a	4,3 a
<b>Mucuna-preta</b>	25.194,8 a	4,4 a
<b>Feijão-de-porco</b>	14.837,1 a	3,0 a
<b>Milheto</b>	8.175,7 a	2,2 a
<b>Pousio sem revolvimento</b>	24.370,9 a	4,2 a
<b>Preparo convencional</b>	31.189,5 a	5,8 a
<b>Média</b>	24.282,9	4,3
<b>CV (%)</b>	71	53

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan para um nível de significância de 5%.

Estudos feitos por Melo, Madeira & Peixoto (2010) mesmo utilizando várias plantas de cobertura, bem como cultivares variadas da brócolis não tiveram diferenciação na produtividade em comparação ao sistema de preparo convencional. Este trabalho trata-se de uma implementação recente de SPDH, sendo seu segundo ano de experimento, pode ser a explicação do porquê a produtividade igualar-se ao sistema de preparo convencional.

O cultivo da brócolis apresentou resultados promissores, apesar da recente implementação de SPDH, entretanto a abobrinha-tronco os resultados não tiveram significância estatística, considerando o cultivo dessa cultura, como segunda “safra” pós manejo das plantas de cobertura. A área em questão anteriormente a implementação do SPDH foi utilizada no cultivo de grãos, posteriormente plantas espontâneas ocuparam a área, depois nabo forrageiro, diante isso tem-se que os benefícios propostos pelo sistema de plantio direto vem ao longo do tempo implantado, sendo

necessário um período maior de transição entre os sistemas para estabilização e consolidação a partir das práticas conservacionistas de manejo do solo.

O plantio direto de hortaliças independente das espécies de plantas de cobertura avaliadas, foi capaz de proporcionar produção semelhantes a obtidas em plantio convencional, portanto, é recomendável a adoção, devido aos já conhecidos benefícios oriundos do SPDH, com melhorias das características físicas, químicas e biológicas do solo, bem como a maximização na ciclagem dos nutrientes e infiltração da água no solo e a minimização dos processos erosivos.

## 5 CONCLUSÃO

A *C. ochroleuca*, milho e feijão-de-porco como plantas de cobertura de verão, apresentaram elevado potencial de aporte de MS ao solo em SPDH e com manutenção de resíduos superiores a 4 t ha<sup>-1</sup> de MS remanescentes sobre o solo após 75 dias do manejo.

A mucuna-preta favoreceu a cultura da brócolis nos parâmetros diâmetro da inflorescência, peso médio e a produtividade final. O feijão-de-porco e a *C. ochroleuca* possibilitam elevada produtividade da brócolis, superiores ao plantio convencional.

A abobrinha de tronco, em ciclo subsequente, apresenta produtividade média superior a 24 t ha<sup>-1</sup>.

O SPDH com a utilização de leguminosas como plantas de cobertura pode ser utilizado em substituição ao manejo convencional do solo, pois mantém os níveis produtivos das hortaliças cultivadas em sucessão, preservando o solo de forma mais sustentável.



## REFERÊNCIAS

- AITA, C. GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALMEIDA, M. R.; OLIVEIRA, T. S.; BEZERRA, A. M. E. Biodiversidade em sistemas agroecológicos em Choró/CE, Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1080-1087, 2009.
- 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. 26, 2001.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- AMARO, G. B.; HANASHIRO, M. M.; PINHEIRO, J. B.; MADEIRA, N. R.; FAUSTINO, R. M. W. B. Recomendações Técnicas para o Cultivo de Abóboras e Morangas. **Circular Técnica**. - Brasília: Embrapa, 2021. p. 175.
- ANGELETTI, M. P.; SOUZA, J. L.; FAVARATO, L. F.; MUZZI, E. M.; MUNIZ, E. S.; LAURETT, L.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; GUARÇONI, A. **Espécies Vegetais para Cobertura de Solo: Guia Ilustrado**. Vitória: Incaper, 2018. p. 29.
- ARAUJO, V. P. D.; FERREIRA, G.; MAGGIONI, M. V.; MATTOS, P. R. R.; ARRUDA, R. V. Desenvolvimento de Mudanças de *Brassica oleracea* L. (brócolis) em Diferentes tipos de Substratos e Bandejas de Poliestireno. **Enciclopédia Biosfera**, v.16 n.29, p. 2541-2548, 2019.
- ARRUDA, J. G.; VARGAS, P. F.; FERRARI, S. PAVARINI, R. Desempenho de Híbridos de Brócolis de Cabeça em Função de Densidade e Arranjo Espacial. **Nucleus**, v.12, n.1. p.202 – 203, 2015.
- BARBOSA, K. **Cultivo da Abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) submetida à adubação mineral NPK e bactérias acondicionadas do solo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) Universidade Federal de Campina Grande, 2020.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Recomendações Técnicas para o Uso da Adubação Verde em Solos de Tabuleiros Costeiros**. - Aracajú: Embrapa, 2001. p. 65.
- BIANCHINI, C. **Sistemas de Manejo do Solo a Produção de Abobrinha-de-Tronco (*Cucurbita pepo*)**. Dissertação (Programa de Pós-graduação) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.
- BOER, A. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Biomassa, Decomposição e Cobertura do Solo

Ocasionada por Resíduos Culturais de Três Espécies Vegetais na Região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 847 – 849, 2008.

CARVALHO, M. E.; VANOLLI, B. S.; SCHIEBELBEIN, B. E.; CARDOSO, G. M.; BORTOLO, L. B.; MAROSTICA, M. E. M.; SOUZA, V. S. **Guia Prático de Plantas de Cobertura, Aspectos Fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. - Piracicaba: ESALQ, 2022.

CASTRO, M.; DIVIDE, A. M. Plantas de Cobertura e Manejo de Aléias no Plantio Direto de Brócolis. **Revista de Ciências Agronômicas**, v.27, n.4, p.471 – 481, 2018.

CAVALLET, L. E.; PICINATTO, A. C. Avaliação de metodologia para conversão de sistemas agrícolas convencionais para orgânicos. **Scientia Agraria Paranaensis (UNIOESTE)**, v. 4, n.1, p. 5 - 20, 2005.

CERETTA, C. A.; AITA, C.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO A.; SALET, R. L. Fornecimento de Nitrogênio por Leguminosas na Primavera para o Milho em Sucessão por Sistemas de Cultivo Mínimo e Convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 215 – 220, 1994.

CHIDICHIMA L. P. S.; GOMES, C. B.; LOPES, A. P.; MIAMOTO, A.; SOARES, M. A.; SILVA, R. A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Reação de Espécies de Crotalária a Diferentes Populações de *Meloidogyne javanica***. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. p. 08 – 11.

DANTAS, D. F. S. **Comportamento Vegetativo, Produtivo e Fisiológico da Abobrinha em Resposta à Aplicação de Biofertilizante e Diferentes Fontes Nitrogenadas**. Tese (Programa de Pós-graduação) Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2015.

DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; PETERNELLI, L. A.; BARRELLA, T. P.; FREITAS, G. B. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n. 5, p. 1428-1434. 2008.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. - Embrapa: Rio de Janeiro, 1997. p. 04-10.

ESPÍNDOLA, J. A. A., GUERRA, J. G. M., DE-POLLI, H., ALMEIDA, D. L., ABBOUD, A. C. de S. **Adubação Verde com Leguminosas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 12.

FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J. J.; MAFRA, A. L.; MARCHESI, D. R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modo de produção**. - 1ª Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2019.

FARIAS, J. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; ÁLVARES, V. S.; FERRAZ, P. A.; FURTADO, D. T.; SOUZA, M. L. Maturação e Determinação do Ponto de Colheita de Frutos de Envira-caju. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. 3, p. 731 – 732, 2011.

FERREIRA, A. M. **Efeitos de Adubos Verdes nos Componentes de Produção de Diferentes cultivares de milho**. Dissertação (Mestrado Área de Concentração em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1996.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTA, E. **Cartilha sobre Adubação Verde e Compostagem**. - Vitória: Incaper, 2008. p. 05.

FISCHER, S. Z.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T.; PIEL, R. M. N.; SCHWENGER, J. E. **Cultivo e Uso de Abóboras Ornamentais**. - Pelotas: Embrapa, 2012. p. 09 – 11.

GUERRA, A. M. N. M.; SILVA, M. G. M.; EVANGELISTA, R. S.; SANTOS, E. B.; NOGUEIRA, W. P. Produção de Cultivares de Abobrinha Italiana a Pleno Sol e Sombreada no Nordeste brasileiro. **Agropecuária Técnica**, v. 41, n. 1-2, p. 04 – 06, 2020.

HEBERLE, C. T. **Emissão de Gases de Efeito Estufa em Solo Sob Plantio Direto com Plantas de Cobertura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2015.

HENKLAIN, J. C.; MEDEIROS, G. B. **Evolução e Estado da Arte do Plantio Direto na Agricultura**. 1995. BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; MACHADO, C. C.; GUERRINI, I. A.; GONÇALVES, J. L. M. 1º Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas. EMBRAPA; IPEF; UNESP; SIF; FUPEF. Curitiba, 1995. p.3.

HOLTZ, A. M.; RONDELLI, V. M.; CELESTINO, F. N.; BESTETE, L. R.; CARVALHO, J. R. **Pragas das Brássicas**. - Colatina: IFES, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra**. Censo Agropecuário 2017. Tabela 6954. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6954>> Acesso em 02 de nov. de 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra**. Censo Agropecuário 2017. Tabela 6953. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953>> Acesso em 02 de nov. de 2023.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais**, v.13, n. 5, p. 3915 – 3925, 2014.

KIRTS, J. I. **Motivações e Dificuldades na Agroecologia: Ações de Melhorias para a Gestão da Produção e Comercialização de Alimentos Orgânicos**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Ambientais Sustentáveis) Universidade Vale do Taquari. Lajeado, 2018.

LALLA J.G.; LAURA V. A.; RODRIGUES A. P. D. C.; SEABRA JÚNIOR S.; SILVEIRA D. S.; ZAGO V. H.; DORNAS M. F. Competição de Cultivares de Brócolos tipo Cabeça Única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 360-363, 2010.

LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, W. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adução verde e plantas de cobertura no Brasil**. - Brasília: Embrapa. 2023.

MADEIRA, N. **Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH)**. Embrapa. Julho/2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/2251611/sistema-de-plantio-direto-em-hortalicas-spdh> Acesso em 24 de agosto de 2023.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M. **Cultivo do milho**. - Brasília: Embrapa. 2009.

MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A.; JUNIOR, F. P. P. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 196 - 204, 2011.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Publicado em 09/03/2021, atualizado em 02/07/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos> Acessado em: 02/11/2023.

MOITINHO, C. N. Produção e composição químico-bromatológica de quatro leguminosas em diferentes alturas de corte. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p. 22 – 23, 2006.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; LIMA, C. E. P. **Produção de brássicas em Sistema Plantio Direto**. - Brasília: Embrapa, 2016.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura brasileira**, v. 28, n.1, p. 25 – 27, 2010.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. **Produção de brássicas em Sistema de Plantio**. - Brasília: Embrapa, 2016.

MELO, R. A. C. **Produtividade e Rentabilidade de Brócolos de Inflorescência Única em Sistema de Plantio Direto**. Dissertação (Mestrado em Concentração de Disciplinas de Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. \

MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; TIRONI, S. P.; GALON, L.; SANTOS, L. S. Alelopatia de plantas de cobertura na superfície ou incorporadas ao solo no controle de Digitaria spp. **Planta daninha**, v. 29, p. 963 - 973, 2011.

MORAES, R. N. S. Decomposição das Palhadas de Sorgo e Milheto, Mineralização de Nutrientes e seus Efeitos no Solo e na Cultura do Milho em Plantio Direto. Dissertação (Programa de Pós-graduação) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

- NETO, H. T. A. **Importância da Palhada de Milheto e Braquiária para o Solo.** Artigo (Título Técnico em Agropecuária) Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2016.
- NESPOLI, A.; NEVES, J. F.; JUNIOR, S. S.; ARANTES, E. M.; NUNES, M. C. M. Cultivo de Brócolos de Inflorescência Única Sob Diferentes Coberturas de Solo. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p. 23 - 28, 2013.
- OLIVEIRA, E. Z. **Plantas de Cobertura: Características, Benefícios e Utilização.** Monografia (Graduação de Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079 – 1087, 2002.
- PADOVAN, M. P.; ALOVISI, A. M. T. Plantio direto de repolho sobre a palhada de adubos verdes num sistema sob manejo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 872 - 875, 2007.
- PANACHUKI, E. **Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob chuva simulada, em sistema de integração agricultura-pecuária.** Tese (Mestrado em em Agronomia, Área de concentração: Produção Vegetal) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Dourados, 2003.
- PEREIRA, A. J. **Caracterização agrônômica de espécies de Crotalaria L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com C. juncea no cultivo orgânico de brássicas em sistema plantio direto.** Tese (Doutorado em Ciências em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2007.
- PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da Cultura de Milheto.** - Sete Lagoas: Embrapa, 2003. p. 65.
- PECHE FILHO, A. **Mecanização do Sistema de Plantio Direto.** 2005. Disponível em: <[http://www.infobibos.com.br/Artigos/2007\\_2/Mecanizacao/index.htm](http://www.infobibos.com.br/Artigos/2007_2/Mecanizacao/index.htm)> Acesso em 11 de agosto de 2023.
- QUEIROGA, R. C.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, n. 4, p.550-556, 2007.
- REIS, A.; SOUZA, R. L.; KÓR, D. G.; CANEDO, E. J.; LIMA, F. L. S. **Principais doenças das brássicas causadas por fungos, oomicetos e protozoário: Identificação e manejo.** - Brasília: Embrapa, 2021. p.03.

RESENDE, P. R. P. A. **Importância da Cultura do Milheto (*Pennisetum glaucum* (L) para o Agronegócio Brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) Instituto Federal Goiano. Rio Verde, 2019.

RIBEIRO, T. S. **Influência da adubação verde sobre o crescimento e nutrição de gravioleira e mangueira e sobre a atividade microbiana do solo**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2008.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO; W. V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v. 59. n.3, p. 380 - 385, 2012.

ROSA L. C. **Sistema de Plantio Direto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Título Técnico em Agropecuária) Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Estado de São Paulo, Barretos, 2016.

SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. S.; SCUR, L.; PANSERA, M. R.; RUPP, L. C. D. VENTURIN, L. Adubação Verde e Compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas. **Cartilha para agricultores**. FAPERGS; CENTRO ECOLÓGICO; FEPAGRO; UCS. 2011, p.03.

SCALON. V. R. SOUZA. V. Brassicaceae. **Instituto de Botânica**, v. 2, p. 57 - 64, 2002.

SCHIAVON, A.; BLIND, A. D.; ECKSTEIN, B. PINHEIRO, J. B.; VENDRAME, L. P. C.; HANASHIRO, M. M.; JORGE, M. H. A.; VIDAL, M. C.; FIALHO, M. M.; BOTREL, N.; MADEIRA, N. R.; MELO, R. A. C. A. **Cultura do Brócolis**. Brasília: Embrapa, 2015. p.09 - 10.

SCHNEIDER, E. A. W.; **Sistema plantio direto de hortaliças: o estado da arte dos últimos 10 anos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

SILVA P. A. **Produção de Brócolis Fertirrigado com Nitrogênio em Dourados, MS**. Dissertação (Programa de Pós-graduação) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.

SILVA, A. S.; SILVA, I. F.; BANDEIRA, L. B.; DIAS, B. O.; SILVA NETO, L. F. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. **Ciência Rural**. v. 44, n. 10, p. 1783-1789, 2014.

SOUZA, A. L. L. **Produção e Qualidade de Abobrinha sob Diferentes Doses e Fontes de Potássio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

STRECK, L. **Determinação e modelização da evapotranspiração máxima e do coeficiente de cultura da abóbora italiana em estufa plástica**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

TAMER, C. E.; INCEDAYI, B.; PARSEKER, A. S.; YONEI, S.; ÇOPUR, O. U. Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj**, v. 38, n. 1, p. 76 - 80, 2010.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GERVASIO, M.; PIMENTAL, C. Decomposição e Liberação de Nutrientes da Parte Aérea de Plantas de Milheto e Sorgo. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, p. 870 – 871, 2011.

TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V.; KANO, C. Adubação Verde e Plantio Direto em Hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 1, p.02, 2010.

TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; COL LÚCIO A. D.; COSTAMAN, C. MARION, R. R.; TREVISAN, B. G. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p.233 – 239, 2003.

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

VILAR, D. **Efeitos da adubação verde nos agroecossistemas**. Portal AgricOnline. 2022. Disponível em: <<https://agronline.com.br/portal/artigos/efeitos-da-adubacao-verde-nos-agroecosistemas/>> Acessado em: 06 de dezembro de 2023.

WOLF B. A. **Plantas de cobertura na entressafra Soja-Trigo e Milho-Trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.

ZANG, A. C. **Plantas de Cobertura em Sistema de Plantio Direto Agroecológico de Hortaliças na Região Oeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais e Sustentabilidade) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, 2022.

ZATTI, G. K.; ROCHA, A. S. **Caracterização Físico-química dos solos da Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. In: XII Seminário de Extensão e Inovação; XXVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR; Pesquisa, Extensão e Inovação: Caminhos para a Sustentabilidade, de 7 a 11 de novembro de 2022. Santa Helena, 2022, p. 02 – 03.