

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDRESSA CAROLINE ZANG

**PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO
AGROECOLÓGICO DE HORTALIÇAS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

SANTA HELENA

2022

ANDRESSA CAROLINE ZANG

**PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO
AGROECOLÓGICO DE HORTALIÇAS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

**Cover crops in agroecological Direct Planting System of Vegetables in the
Western region of Paraná**

Dissertação¹ apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestra em Recursos
Naturais e Sustentabilidade da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Regina Dahlem
Ziech

Coorientadora: Dr^a. Claudia Aparecida
Guginski Piva

SANTA HELENA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho,
para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos à autora e
que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra
não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Santa Helena**



ANDRESSA CAROLINE ZANG

**PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO AGROECOLÓGICO DE
HORTALIÇAS NA
REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Recursos Naturais E Sustentabilidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Recursos Naturais E Sustentabilidade.

Data de aprovação: 02 de Junho de 2022

Dra. Ana Regina Dahlem Ziech, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Fabricio Correia De Oliveira, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Jeferson Tiago Piano, Doutorado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 02/06/2022.

Dedico à minha mãe Sofia Neumann Zang, ao meu pai Décio Zang, e
aos meus irmãos Willian Hyago Zang e Fernanda Nicole Zang pelo
amor, ajuda e incentivo

AGRADECIMENTOS

Acredito que as nossas vitórias são alcançadas com muito esforço e dedicação, contudo, não conseguiria alcançar meus objetivos sem a importância das pessoas que aqui são protagonistas dos meus sinceros agradecimentos.

À Deus por me abençoar com a vida, saúde e disposição para continuar a trilhar o caminho das realizações e sucesso para a tão sonhada carreira profissional.

Aos meus pais, pelas lições de vida, incentivo e apoio, estando lado a lado proporcionando o impossível para a realização dos meus sonhos. Aos meus irmãos, que sempre me auxiliaram de forma indireta na execução da pesquisa. Aos demais familiares e amigos pelo companheirismo em todos os momentos vividos.

A professora e orientadora Ana Regina, com sua grande sabedoria, esforço, paciência e carinho, que aceitou o desafio de iniciar esse projeto comigo, me incentivando e repassando todo conhecimento necessário para que a pesquisa desse certo. A coorientadora Claudia, que mesmo externa à instituição, sempre me atendeu e ajudou quando foi preciso.

Por último, mas de mesma relevância e importância, quero deixar meu agradecimento a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo suporte institucional, e por ceder um espaço em sua área experimental, fazendo com que esse projeto fosse executado e, ao CAPES que por dois meses me beneficiou com bolsa como forma de incentivo a pesquisa.

A todos aqueles que aqui não foram mencionados, mas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, também deixo aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

“A terra não é um ‘recurso’ mas um organismo vivo que possui
necessidades”
(ANA PRIMAVESI)

RESUMO

Os adubos verdes e plantas de cobertura são utilizados ao longo dos anos, possibilitando a conservação e melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Devido as suas características agronômicas e fenológicas as plantas de cobertura do solo apresentam-se como componentes fundamentais para viabilizar o uso e o manejo sustentável do solo e a produção de alimentos de qualidade. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de plantas de cobertura de verão no aporte de matéria seca ao solo e seus efeitos na cultura do brócolis e da abobrinha-de-troco e a atividade microbiológica em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) de base agroecológica na região Oeste do Paraná. O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Ensino e Pesquisa de horticultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Santa Helena, onde o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas plantas de cobertura, sendo: Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); Crotalária-espectabilis (*Crotalaria spectabilis*); Crotalária-ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*); Feijão-guandu-anão (*Cajanus cajan*); Milheto (*Pennisetum glaucum*) e duas testemunhas sem cobertura do solo, constituídas pelo pousio com preparo convencional do solo e pousio com roçada. Os parâmetros avaliados consistiram: desenvolvimento inicial e a taxa de cobertura do solo pelas plantas de cobertura; determinação do ciclo (dias) da emergência até o florescimento/manejo; aporte de matéria seca vegetal para cobertura do solo; decomposição das plantas de cobertura através de litter bags; estimativa da atividade respiratória de microrganismos do solo; características agronômicas e produtividade total das culturas olerícolas. Nas plantas de cobertura o milheto apresentou uma rápida cobertura do solo em 35 dias após a emergência (DAE) e boa produção de biomassa, chegando a mais de 15 t ha⁻¹, superior a mucuna-preta (5,7 t ha⁻¹) e do feijão-guandu-anão (5,4 t ha⁻¹). O brócolis apresentou produtividade próximo à média nacional de 17,2 t ha⁻¹ de MV e de 1,4 t ha⁻¹ de MS. Já para a abobrinha, a produtividade média foi de 1,908 kg planta⁻¹ e total de 23,8 t ha⁻¹. Para as plantas de interesse comercial, o feijão-de-porco teve o melhor desempenho sobre as culturas. Os tratamentos não apresentaram resultados negativos às culturas de interesse comercial, apresentando elevada produtividade em SPDH.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Conservação do solo. Produção sustentável. SPDH.

ABSTRACT

Green fertilizers and cover crops have been used over the years, enabling the conservation and improvement of the chemical, physical and biological attributes of the soil. Due to their agronomic and phenological characteristics, land cover plants are presented as fundamental components to enable the use and sustainable management of the soil and the production of quality food. Thus, the objective of this study was to evaluate the performance of summer cover crops in the supply of dry matter to the soil and its effects on the culture of broccoli and exchange zucchini and the microbiological activity in an agroecologically based Direct Vegetable Planting System (SPDH) in the Western region of Paraná. The work was developed at the Horticulture Teaching and Research Unit of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Santa Helena Campus, where the design used was randomized blocks, with eight treatments and three replications. The treatments consisted of cover crops, as follows: black-bean (*Mucuna aterrima*); jack beans (*Canavalia ensiformis*); *Crotalaria-espectabilis* (*Crotalaria spectabilis*); *Crotalaria-ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*); Dwarf-pigeon-pea (*Cajanus cajan*); Millet (*Pennisetum glaucum*) and two witnesses without soil cover, consisting of fallow with conventional soil preparation and fallow with mowing. The parameters evaluated consisted of: initial development and the rate of land cover by the cover crops; determination of the cycle (days) from emergence to flowering/management; contribution of plant dry matter to soil cover; decomposition of cover crops through litter bags; estimation of the respiratory activity of soil microorganisms; agronomic characteristics and total productivity of vegetable crops. In the cover crops, the millet showed a rapid soil cover in 35 days after emergence (DAE) and good biomass production, reaching more than 15 t ha⁻¹, higher than black-bean (5,7 t ha⁻¹) and dwarf-pigeon-peas (5,4 t ha⁻¹). Broccoli showed productivity close to the national average of 17,2 t ha⁻¹ of MV and 1,4 t ha⁻¹ of MS. For zucchini, the average productivity was 1,908 kg plant⁻¹ and total 23.8 t ha⁻¹. For plants of commercial interest, jack beans had the best performance over crops. The treatments did not show negative results to crops of commercial interest, with high productivity in SPDH.

Keywords: Family farming. Soil conservation. Cover crops. Sustainable production SPDH.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - 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, 2021.....23
- Figura 2** - Semeadura manual das plantas de cobertura de verão. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.....24
- Figura 3** – **a)** Manejo das plantas de cobertura de verão através de roçada. **b)** Área após o manejo das plantas de cobertura. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.25
- Figura 4** - Distribuição das plantas de brócolis nas parcelas experimentais. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.26
- Figura 5** – **a)** Transplante das mudas de brócolis à campo com semeadora manual; **b)** Fechamento de covas após e transplante. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.27
- Figura 6** - Adubação orgânica de cobertura com cama de aves aplicada próxima a linha do plantio aos 35 dias após o transplante, e armadilhas adesivas coloridas instaladas à campo para auxiliar na identificação da ocorrência e controle de insetos pragas. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.....28
- Figura 7** - Distribuição das plantas de abobrinha-de-tronco nas parcelas experimentais. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.30
- Figura 8** - Coleta de imagens que foi utilizado para avaliar a taxa de cobertura do solo. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.....31
- Figura 9** - **a)** Material vegetal das plantas de cobertura seco em estufa; **b)** Material vegetal seco fracionado; **c)** Material vegetal fracionado sendo pesado em balança semianalítica; **d)** Material vegetal sendo colocado dentro dos litter bag; **e)** Litter bags colocados a campo com o material vegetal seco. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.32
- Figura 10** – Avaliação dos frutos da cultura da brássica (*Brassica oleracea* Var. itálica) e abobrinha-de-tronco (*Cucubita pepo*) cultivadas sob plantio direto. **a)** Avaliação de circunferência da inflorescência do brócolis; **b)** Avaliação de peso médio da inflorescência do brócolis; **c)** Avaliação do comprimento do fruto de abobrinha; **d)** Avaliação de circunferência do fruto de abobrinha; **e)** Avaliação do peso médio do fruto de abobrinha. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.....34
- Figura 11** - **a)** Preparo da incubação contendo água ultrapura, solo e Hidróxido de sódio (NaOH); **b)** Incubação em vidros de 3L selados; **c)** Titulação com a adição de 2 mL de BaCl₂ 10% (m/v) no copo que contém NaOH; **d)** Adição de 2 gotas de fenolftaleína; **e)** Adição de ácido clorídrico até a amostra se tornar incolor. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.36
- Figura 12** – Decomposição de resíduos das plantas de cobertura de verão em SPDH nas condições edafoclimáticas do Oeste do Paraná, avaliados aos 0, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias após o manejo. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.....43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de cobertura do solo das plantas de cobertura, avaliadas aos 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a emergência (DAE). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.	39
Tabela 2 – Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) das diferentes plantas de cobertura. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.....	41
Tabela 3 – Médias da altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e número de folhas (NF) da cultura do brócolis, avaliadas aos 30, 60 e 74 dias após o transplante (DAT). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.	46
Tabela 4 – Médias para a porcentagem de inflorescências aparentes (IA) e diâmetro das inflorescências (DI) na cultura do brócolis, avaliadas aos 65 e 74 dias após o transplante (DAT). UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.....	47
Tabela 5 – Teste comparativo de médias para parâmetros produtivos do brócolis, diâmetro da base da inflorescência (DBI) e diâmetro da inflorescência (DI) no momento da colheita da cultura. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.....	48
Tabela 6 – Médias da Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) da inflorescência, folhas e colmo do brócolis cultivada sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto orgânico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.	50
Tabela 7 – Produtividade da Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) da cultura do brócolis cultivada sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto orgânico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.....	52
Tabela 8 – - Respiração basal do solo ($\mu\text{g C-CO}_2 \text{ kh}^{-1}\text{solo hora}^{-1}$), avaliadas aos 15, 45, 90 e 120 dias após o manejo (DAM) durante a vigência do experimento localizado na área experimental da UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.	53
Tabela 9 – - Médias da circunferência, comprimento e peso dos frutos de abobrinha-de-tronco, em ciclo subsequente a brocoli, sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura do solo, sob plantio direto orgânico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.	55
Tabela 10 – - Produção de frutos de abobrinha-de-tronco por planta e produtividade por área, em cultivo subsequente a brocoli, sobre resíduos remanescentes de plantas de cobertura em plantio direto orgânico. UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena – PR, 2021.	56

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

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

LISTA DE ABREVIATURAS

SPDH	Sistema de plantio direto de hortaliças
SPD	Sistema de plantio direto
PD	Plantas daninhas
N	Nitrogênio
P	Fósforo
K	Potássio
DAE	Dias após a emergência
MS	Matéria seca
RBS	Respiração basal do solo
NaOH	Hidróxido de Sódio
CO ₂	Dióxido de Carbono
BaCl ₂	Cloreto de Bário
DAT	Dias após o transplante
MO	Matéria orgânica
FBN	Fixação biológica de Nitrogênio
N ₂	Nitrogênio atmosférico
AP	Altura de planta
DC	Diâmetro do colmo
NF	Número de folhas
MV	Massa verde
MS	Massa seca
DAM	Dias após o manejo
DBI	Diâmetro da base da inflorescência
IA	Inflorescência aparente
DI	Diâmetro da inflorescência

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetros
m	Metros
mm	Milímetros
°C	Graus Celsius
g	Gramas
kg	Quilogramas
kg ha ⁻¹	Quilogramas por hectare
mL	Mililitros
L	Litros
m/v	Massa/volume
CV (%)	Coefficiente de variação
a.C.	Antes de Cristo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 PLANTAS DE COBERTURA NA AGRICULTURA.....	8
2.1.1. Crotalárias	11
2.1.1.1. <i>Crotalaria spectabilis</i>	11
2.1.1.2. <i>Crotalaria ochroleuca</i>	12
2.1.2 Mucuna-preta.....	13
2.1.3 Feijão-de-porco.....	14
2.1.4 Feijão-guandu-anão.....	15
2.1.5 Milheto	16
2.2. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS	17
2.4.1 Cultura do Brócolis.....	19
2.4.2 Cultura da Abobrinha-de-Tronco.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	22
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.3 PLANTAS DE COBERTURA	24
3.4 CULTURAS DE INTERESSE COMERCIAL	25
3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS	30
3.5.1 Plantas de cobertura.....	30
3.5.2. Culturas comerciais	33
3.5.3 Atividade respiratória dos microrganismos do solo.....	34
3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5 CONCLUSÕES	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	60
ANEXO A – Análise química de fertilidade do solo realizada da área experimental da UTFPR, <i>Campus</i> Santa Helena – PR.....	76
ANEXO B – Análise de NPK da cama de aves realizada para uso em área experimental da UTFPR – <i>Campus</i> Santa Helena - PR.	78
ANEXO C – Análise nematologica de planta daninha e solo coletados na área experimental da UTFPR, <i>Campus</i> Santa Helena – PR.	79

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, os adubos verdes são utilizados com a finalidade de contribuir para a melhoria do solo e promover aumento na produtividade de cultivos subsequentes, para isso, a inserção de leguminosas tinha por objetivo fertilizar o solo (PIETERS, 1927 apud NEGRINI, 2007) devido a capacidade de fixação biológica de nitrogênio dessas plantas.

Após a introdução e consolidação do Sistema Plantio Direto no Brasil, que ocorreu a partir de 1972, mediante esforços de um agricultor em Rolândia no norte do Paraná (CASÃO JUNIOR; ARAÚJO; LLANILLO, 2012), os adubos verdes passaram a ser denominados e conceituados também como plantas de cobertura do solo, pela importância quanto ao aporte e manutenção de matéria seca em superfície do solo, atuando na proteção e melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo a longo tempo (CARVALHO E AMABILE, 2006).

Em razão de suas características agrônômicas e fenológicas as plantas de cobertura do solo apresentam-se como componentes fundamentais para viabilizar o uso e o manejo sustentável do solo e a produção de alimentos de qualidade (CARVALHO et al., 2022). Cada espécie ou família botânica, seja ela destinada a cobertura do solo ou interesse comercial, possui características peculiares quanto a exigência nutricional, arquitetura específica, capacidade de exploração do solo, ciclagem de nutrientes, produção de biomassa, entre outras (WUTKE, CALEGARI E WILDNER, 2014)

Dessa forma a escolha da espécie para se utilizar como planta de cobertura e/ou adubo verde, que seja adaptada às condições edafoclimáticas locais e regionais a serem utilizadas, podem expressar da melhor forma seu máximo potencial e colaborar para a sustentabilidade do sistema produtivo na qual esteja inserida, desde que sejam considerados os objetivos que se pretende alcançar.

O sistema de produção de hortaliças tradicionalmente utilizado é caracterizado como uma atividade intensiva, responsável por contribuir para os processos erosivos e esgotamento dos recursos do solo, devido às práticas estarem baseadas em frequente mecanização e no uso uma carga elevada de insumos (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2018), além disso, existe baixa ou nenhuma deposição de resíduos

vegetais ao solo ao longo dos cultivos, associada a ausência de rotação com espécies que proporcionem o aporte de matéria seca ao solo, a longo prazo ocorre a diminuição da quantidade de matéria orgânica (PERIN, TEIXEIRA E GUERRA, 2000) contribuindo para o aumento da degradação das características físicas, químicas e biológicas do solo (ERNANI, BAYER E FONTOURA, 2001).

Desse modo, tem-se a necessidade de buscar por sistemas agrícolas mais sustentáveis, diminuindo o uso de insumos químicos, custo de produção e maximização dos recursos naturais como o solo e a água, adotando-se sistemas de manejo do solo conservacionistas que minimizem estes problemas, e em contrapartida proporcionem aumento no rendimento das culturas (ESPINDOLA et al., 2006; FAYAD et al., 2019). Nesse sentido o uso do Sistema Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), associado a inserção de leguminosas como plantas de cobertura podem contribuir, entre tantos outros fatores, para proteção do solo, além de representar economia no uso de fertilizantes e favorecer para o manejo ecológico, vindo a ser indispensável em cultivos orgânicos (ESPINDOLA et al., 2006).

Todavia, nota-se que pesquisas em SPDH no Estado do Paraná, principalmente voltados às características edafoclimáticas da Região Oeste são incipientes, e, em especial que trabalham de forma orgânica. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a adaptação e o desempenho de plantas de cobertura de verão no aporte de matéria seca ao solo e seus efeitos na cultura do brócolis e da abobrinha-de-tronco e a atividade microbiológica do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças de base agroecológica na região Oeste do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PLANTAS DE COBERTURA NA AGRICULTURA

Considerando o aumento da produção da agricultura e o uso inadequado causado ao solo no decorrer dos anos, o interesse pelos sistemas de conservação tem aumentado. Dentre as várias premissas que esse sistema possui, a cobertura do solo é fundamental para proporcionar uma camada de proteção, auxiliam para aumentar o estoque de carbono e ciclagem dos nutrientes (ALVES et al., 2021). Corroborando com Sedyama, Santos e Lima (2014) e Coelho et al. (2019), que afirmam que as plantas de cobertura quando estão dispostas sobre a superfície do solo, somada a adição adubos orgânicos, proporcionam equilíbrio e enriquecimento nutricional do solo.

Os primeiros registros que se tem da utilização de plantas para fertilização dos solos como uma prática agrícola são de meados dos anos 4.000 a 5.000 a.C., na margem dos lagos suíços (SOUZA, 2014). No final do século XIX, as adubações orgânicas e verdes foram deixadas de lado, com o início da utilização de fertilizantes minerais, que resultava numa maior produtividade, seguido do uso de defensivos agrícolas, materiais geneticamente melhorados e, maquinários no decorrer do século seguinte, tais mudanças foram intituladas como Revolução Verde (JESUS, 1985).

A Revolução verde atingiu os países em desenvolvimento nas décadas de 1950 e 1960 e, apresentando problemas já na década de 1970, como a degradação da capacidade produtiva dos solos, agregada com a proliferação de pragas e doenças, elevando o custo produtivo e diminuindo a qualidade do produto final (ESPÍNDOLA, GUERRA E ALMEIDA, 2005).

No Brasil, tem-se os primeiros relatos descritos por Dutra (1919) sobre o uso de plantas de cobertura, onde ele define essa técnica como um “efeito melhorador das culturas”, caracterizando a importância de se levar em consideração os fatores regionais, a cultura beneficiada e espécie utilizada.

Desde então, com o passar dos anos, foram realizadas diversas pesquisas

sobre o manejo das plantas de cobertura no Brasil até meados da década de 1960 (SOUZA, 2014). Foi quando o país assumiu o modelo de agricultura trazido pela Revolução Verde, havendo a necessidade de serem criadas no decorrer dos anos seguintes, alternativas conservacionistas no uso e preparo do solo voltado para os sistemas de produção agrícola, devido ao uso inadequado do solo causando diversos impactos negativos, conseqüentemente a diminuição da produção de culturas de interesse econômico (LIMA et al., 2018).

Segundo Calegari (2014), essas melhorias são práticas como a rotação de culturas e plantas de cobertura, objetivando manter a cobertura permanente do solo, beneficiando-o ao manter redução na oscilação da sua temperatura, evitando a lixiviação do solo e perda de água por evaporação, elevando os índices de rentabilidade e, mantendo as plantas livre de estresse.

Nas últimas décadas vários estudos foram realizados tanto no Brasil, como no exterior (LIMA et al., 2018), comprovando a importância e eficácia da utilização de plantas de cobertura, onde as mesmas possuem alta capacidade de retenção de água, nutrindo a superfície do solo através da palhada e da ciclagem de nutrientes, na melhora das condições físico-hídricas do solo e às fertilizações minerais.

Quando as plantas de cobertura são mantidas sobre o solo, após o corte da parte aérea durante o período de florescimento, conferem proteção e umidade e, quando são incorporadas alteram as características químicas do solo de forma positiva (FARIA, SOARES E LEÃO, 2004; ESPÍNDOLA et al., 2005), ou seja, entre os vários benefícios trazidos pelas plantas de cobertura, geralmente estão relacionados ao aumento da matéria orgânica do solo (MO) no sistema de produção e na diminuição dos efeitos da acidez no solo (DIAS, MACIEL E ANUNCIAÇÃO, 2011), além da MO contribuir na diminuição da densidade do solo, melhora a aeração e drenagem (SOUZA, 2014).

Mantendo-as sobre o solo, a palhada gerada pelas plantas de cobertura protege o solo do impacto d'água, reduzindo o índice de possíveis erosões e aumenta sua capacidade de infiltração de água (SOUZA, 2014), além de contribuírem na ciclagem de nutrientes para o agroecossistema, em especial as leguminosas, contém uma grande quantidade de nitrogênio (N), que associada a umidade relativa do ar elevada, tornando-se fonte de alimento para os organismos decompositores

(PAULINO et al., 2011; MATTAR et al., 2013; FREITAS, PAULETTO E SOUSA, 2020).

Dentre os vários benefícios que as plantas de cobertura trazem, a capacidade da incorporação do N₂ no solo é uma das mais importantes, característica essa, proveniente da utilização de leguminosas e outras espécies com capacidade de fixação, como algumas gramíneas (DÖBEREINER, 1997). As leguminosas apresentam um alto potencial de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e produção de biomassa, podendo associar seu uso com a economia de fertilizantes pelos agricultores, além de contribuir para o manejo ecológico e se tornar indispensável no cultivo de produtos orgânicos (ESPINDOLA et al., 2006).

Por isso, as espécies de plantas da família das fabáceas ganham maior destaque, pois a FBN acontece por simbiose com bactérias presentes nas raízes, que transformam o N₂ em um composto assimilável para a planta (NH₃), fazendo com que se tenha um maior aproveitamento do N, diminuindo a utilização de adubos nitrogenados (AMBROSANO et al., 2018; KARYOTI et al., 2018; LUNA et al., 2019), amenizando os impactos da agricultura através do equilíbrio do manejo dos solos com função agrícola (WOLSCHICK et al., 2016).

As plantas de cobertura ganham cada vez mais espaço nas propriedades de pequenos agricultores, sendo utilizada na melhora da qualidade do solo e da produção de culturas, no uso para alimentação animal, aproveitamento de energia, dentre outras. Um dos principais fatores limitantes para a adoção e manutenção desta prática é a mão-de-obra, mas, quando avaliado o tempo de utilização, agricultores que a utilizam a mais tempo encontram menos dificuldade e mais benefícios e, a inserção das plantas de cobertura nas propriedades é mais aceita através de ações conjuntas do agricultor com pesquisadores/extensionistas (SOUZA, 2014).

Mas em meio a tantos benefícios, Alcântara (2009) aponta fatores limitantes encontrados por pequenos produtores, como por exemplo o custo de aquisição das sementes, a indisponibilidade de sementes destas espécies, e o retorno econômico somente a médio e longo prazo.

A escolha das plantas de cobertura deve considerar a época a ser cultivada, o potencial controle de plantas daninhas, a fertilidade e a melhoria da qualidade do solo (SOUZA, 2014), em especial quando se trata de sistemas de produção de baixa entrada de insumos comerciais e/ou orgânicos.

Dentre a grande diversidade de plantas de cobertura promissoras, Mafra et al. (2019) recomendam para o período invernal o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.), aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), aveia-branca (*Avena sativa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), ervilhaca-comum (*Vicia sativa* L.), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* Roth), tremoços (*Lupinus spp.* L) ervilha-forrageira (*Pisum sativum* L.); e de verão, as mucunas (*Mucuna spp.*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.), crotalárias (*Crotalaria spp.*), guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Huth), trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) entre outras, que geralmente são utilizadas para essa finalidade. Pereira, Burle e Resck (1990) destacam dentre as espécies de verão a mucuna-preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy), a crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e o feijão-de-porco, por serem plantas com características rústicas, possuindo um bom desenvolvimento vegetativo, adaptam-se a condições de baixa fertilidade e temperaturas elevadas.

2.1.1. Crotalárias

Em geral, as fabáceas do gênero *Crotalaria*, auxiliam na diminuição do esgotamento dos macronutrientes, fornecendo o N de forma orgânica, que diminui a perda deste por volatilização, disponibilizando-o para a cultura subsequente (LEDUR, 2017).

2.1.1.1. *Crotalaria spectabilis*

Com sua origem nas Américas do Norte e do Sul, a *C. spectabilis* é também conhecida como guizo/chocalho de cascavel (WUTKE, CALEGARI E WILDNER, 2014). É uma leguminosa de ciclo anual, característica subarbutiva, de porte mediano e ramificada (BARRETO E FERNANDES, 2001). De clima tropical e subtropical, e com o ciclo curto, possui desenvolvimento inicial lento, com o sistema radicular pivotante profundo, torna-se eficaz na descompactação de solos, auxiliando no controle de nematoides, com alta capacidade de produção de massa verde e

excelente capacidade de FBN (PACHECO et al., 2015; TEODORO, CASTRO E MAGALHÃES, 2018).

Seu ciclo até o florescimento é de 110 a 140 dias após a semeadura (DAS), possuindo uma capacidade de produção de biomassa de 20 a 30 t ha⁻¹ e de 4 a 6 t ha⁻¹ de massa seca (MS). Os impactos causados por esta espécie no manejo da saúde do solo devido à alta produção de biomassa, essas plantas possuem relação C/N baixa (18 a 20). No processo de decomposição da palhada sobre o solo fornece em média 220 kg ha⁻¹ de N, 24 kg ha⁻¹ de P, 220 kg ha⁻¹ de K, 65 kg ha⁻¹ de Ca e 28 kg ha⁻¹ de Mg. Além disso, essa espécie estabelece associação simbiótica com bactérias fixadoras de N atmosférico, além de beneficiar a biota do solo servindo de fonte de energia (CARVALHO et al., 2022).

Essa leguminosa pode ser cultivada em sistema de consorciação com culturas de frutíferas ou, em cultivo próprio para a produção de fitomassa e também para a produção/comercialização de sementes (WUTKE, CALEGARI E WILDNER, 2014).

2.1.1.2. *Crotalaria ochroleuca*

A *C. ochroleuca* é uma leguminosa com ciclo vegetativo anual de primavera-verão, com crescimento determinado, arbustiva, caule ereto e semi-lenhoso, podendo chegar a 2,0 m de altura, com boa adaptabilidade ao clima, aos solos com baixa fertilidade e, com alto potencial de incorporação de N (PACHECO et al., 2015; TEODORO, CASTRO E MAGALHÃES, 2018; COTRIM et al., 2019).

É considerada uma planta rústica, auxilia no controle de nematoides, seu sistema radicular possui raízes profundas com capacidade para adentrar nas camadas mais compactadas do solo, sendo muito tolerante sob condições de estresse hídrico e muito sensível ao fotoperíodo, iniciando seu florescimento com o encurtamento dos dias (COTRIM et al., 2019; MASCARENHAS E WUTKE, 2014; PACHECO et al., 2015).

Seu ciclo até o florescimento é de 120 a 135 DAS, possuindo uma capacidade de produção de biomassa de 20-30 t ha⁻¹ e de 7-10 t ha⁻¹ de MS. Os impactos causados por esta espécie no manejo da saúde do solo devido à alta produção de

biomassa, essas plantas possuem relação C/N baixa, fazendo com a fitomassa se decomponha rapidamente, ciclando nutrientes no solo e o nitrogênio fixado simbioticamente pelos rizóbios. No processo de decomposição da palhada sobre o solo fornece em média 200 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P, 100 kg ha⁻¹ de K, 35 kg ha⁻¹ de Ca e 25 kg ha⁻¹ de Mg. Além disso, essa espécie aumenta a taxa de colonização radicular e no número de propágulos infectivos de fungos micorrízicos arbusculares (CARVALHO et al., 2022).

A *C. ochroleuca* usualmente é cultivada em sistemas de consorciação, rotação e sucessão com várias culturas, principalmente com soja, milho, cana-de-açúcar (PACHECO et al., 2015; RUGARE, PIETERSE E MABASA, 2019).

2.1.2 Mucuna-preta

As mucunas são leguminosas com aspecto rústico designadas geralmente seu uso como planta de cobertura, caracterizado pela sua capacidade de recuperar solos degradados e produção de biomassa, além de auxiliar no controle de plantas daninhas e contribuir na FBN (ROMANELLI, 2019).

A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) é uma leguminosa originária da África com hábito de crescimento indeterminado trepador rasteiro, com ciclo anual, de característica robusta (BARRETO E FERNANDES, 2001; FORMENTINI et al., 2008). É uma planta de clima tropical e subtropical, capaz de suportar altas temperaturas, à seca, ao sombreamento e solos encharcados. Com características rústicas, apresenta bom desenvolvimento em solos de baixa fertilidade, auxiliando no controle de nematoides (BARRETO E FERNANDES, 2001) e algumas espécies de plantas daninhas.

Seu ciclo até o florescimento é de 140 a 180 DAS, possuindo uma capacidade de produção de biomassa de 40-50 t ha⁻¹ e de 6-9 t ha⁻¹ de MS. Por ser uma espécie rústica e vigorosa, a mucuna tem grande produção de MS e boa capacidade de ciclagem de nutrientes, sendo altamente recomendada para a recuperação de solos degradados, realizando o controle de nematoides. Os impactos causados por esta espécie no manejo da saúde do solo devido à alta produção de biomassa, essas

plantas possuem relação C/N baixa, fazendo com a fitomassa se decomponha rapidamente. No processo de decomposição da palhada sobre o solo fornece em média 185 kg ha⁻¹ de N, 14 kg ha⁻¹ de P, 125 kg ha⁻¹ de K, 39 kg ha⁻¹ de Ca e 10 kg ha⁻¹ de Mg. Além disso, essa cultivar estabelece associação com bactérias fixadoras de N (CARVALHO et al., 2022).

O seu cultivo como planta de cobertura já é habitual e antigo em muitas regiões brasileiras, devido sua grande capacidade de produção de massa seca e FBN. É muito comum seu uso consorciado com milho, pois não interfere na produtividade e no momento da colheita, trazendo benefícios a cultura principal, já que esta demanda de bastante N durante seu ciclo vegetativo (FORMENTINI et al., 2008).

Pode ser utilizada na alimentação animal (solteira ou consorciada com milho) em forma de pastejo, silagem ou feno (BARRETO E FERNANDES, 2001).

2.1.3 Feijão-de-porco

O *Canavalia ensiformis*, popularmente conhecido como feijão-de-porco, é uma leguminosa muito rústica, tem sua origem na América Central, com ciclo vegetativo anual longo com até 180 dias. Possui características vegetativas herbáceas e ereta de crescimento inicial lento, com sistema radicular profundo, não possuindo sensibilidade ao fotoperíodo (WUTKE, CALEGARI E WILDNER, 2014).

Essa planta é amplamente adaptada às diversas condições, como o clima, podendo ser seco e árido, altas temperaturas, solos com deficiência nutricional de fósforo (P) e sombreamento parcial (TEODORO, CASTRO E MAGALHÃES, 2018). Além de promover uma boa cobertura do solo, produz efeito alelopático para as plantas daninhas, principalmente no controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) (BARRETO E FERNANDES, 2001).

Seu ciclo até o florescimento é de 80 a 90 DAS, momento adequado ao manejo com capacidade de produção de biomassa de 20-25 t ha⁻¹ e de 5-8 t ha⁻¹ de MS, aumentando a melhora da capacidade de troca catiônica (CTC). Esta espécie apresenta de 57 a 190 kg ha⁻¹ de N podem ser fixados anualmente, sendo disponibilizado no processo de decomposição da palhada sobre o solo em média 287

kg ha⁻¹ de N, 19 kg ha⁻¹ de P, 105 kg ha⁻¹ de K, 64 kg ha⁻¹ de Ca e 20 kg ha⁻¹ de Mg. Além disso, essa cultivar por possuir um grande aporte de nutrientes, conseqüentemente aumenta a atividade microbiológica e a FBN no solo (CARVALHO et al., 2022).

Diferente das fabáceas do gênero *Crotalaria*, o feijão-de-porco acaba sendo um bom hospedeiro de nematoides-de-galhas devendo tomar cuidado com o planejamento de sua inserção nas áreas agrícolas, com histórico da presença de nematoides (WUTKE, CALEGARI E WILDNER, 2014).

É muito utilizado como consórcio de diferentes culturas, tais como milho (SANTOS et al., 2010), cana-de-açúcar (DUARTE JÚNIOR E COELHO, 2008) e maracujá (DANTAS et al., 2019).

2.1.4 Feijão-guandu-anão

O *Cajanus cajan*, que popularmente é conhecido como feijão-guandu-anão, ou guandu, tem sua origem na Índia e na África tropical ocidental (MORAES, 2020). Geralmente a cultura é utilizada como palhada, protegendo e recuperando solos degradados, além de servir como alimento para humanos e animais (AMADO et al., 2014).

Com seu ciclo vegetativo anual, bianual ou semi-perene, possui características arbustivas, com crescimento inicial lento, de clima tropical e subtropical, suportando longos períodos de seca e solos arenosos e argilosos com baixa fertilidade (TEODORO, CASTRO E MAGALHÃES, 2018).

Com um sistema radicular pivotante vigoroso e profundo, atuando como um “subsolador biológico”, pois age rompendo as camadas mais profundas e compactadas, auxiliando na ciclagem dos nutrientes (VARATHARAJAN et al., 2019).

Seu ciclo até o florescimento é de 70 a 100 dias após a semeadura (DAS), com capacidade de produção de biomassa é de 12-45 t ha⁻¹ e de 3-12 t ha⁻¹ de MS. Seu uso é recomendado para a recuperação de solos devido a eficiente produção de massa verde com baixa relação C/N, com grande capacidade de nodulação e fixação de N, podendo esta espécie fixar de 41 a 280 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nutrientes através de

suas raízes, melhorando as características biológicas do solo, liberando ácidos que disponibilizam P para as plantas subsequentes. No processo de decomposição da palhada sobre o solo o guandu libera em média 29 kg ha⁻¹ de P, 74 kg ha⁻¹ de K, 209 kg ha⁻¹ de Ca e 4,5 kg ha⁻¹ de Mg. Além disso, essa cultivar por possuir um grande aporte de nutrientes, conseqüentemente aumenta a atividade microbológica e a FBN no solo (CARVALHO et al., 2022).

O guandu pode ser cultivado em sistemas de rotação, consorciação ou sucessão com várias culturas, como por exemplo, arroz, trigo (VARATHARAJAN et al., 2019) milho, algodão, feijão, soja, hortaliças, sorgo, cana-de-açúcar, café, entre outros (WUTKE, CALEGARI E WILDNER, 2014).

2.1.5 Milheto

O milheto (*Cenchrus americanus*) é uma gramínea forrageira cespitosa, de origem tropical, com ciclo anual de verão, hábito ereto de porte alto com abundante perfilhamento basilar e aéreo (BUSO et al., 2010; PADOVAN et al., 2012). De fácil implantação e manejo, o milheto destaca-se por sua ligeira adaptação aos mais diversos ambientes, climas e solos, caracterizando-se por sua precocidade, alto potencial produtivo e nutritivo (NICOLAU SOBRINHO et al., 2009), em regiões de baixa pluviosidade anual (AMARAL et al., 2020).

Dentre as diversas gramíneas que são utilizadas como cobertura, o milheto destaca-se na produção de fitomassa e no acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Zn, Cu, Mn e Fe) em um curto período de tempo, quando comparado com outras gramíneas (BRAZ et al., 2004).

Seu ciclo até o florescimento é de 45 a 50 DAS, com capacidade de produção de biomassa é de 50-60 t ha⁻¹ e de 8-15 t ha⁻¹ de MS. Por possuir uma grande quantidade de MS, o milheto se destaca na ciclagem de nutrientes principalmente em profundidade devido seu sistema radicular ser profundo e vigoroso. No processo de decomposição da palhada sobre o solo libera em média 113 kg ha⁻¹ de N, 13,9 kg ha⁻¹ de P, 93 kg ha⁻¹ de K, 32 kg ha⁻¹ de Ca e 16 kg ha⁻¹ de Mg. Além disso, essa cultivar pode ser usada como planta de cobertura para melhor estruturação do solo e

diminuição da incidência de nematoides (CARVALHO et al., 2022).

Dentre suas diversas formas de cultivo, como produção de grãos e pastoreio (PINHO et al., 2013; SILVA et al., 2015), o milheto é uma boa opção de planta de cobertura (PADOVAN et al., 2012) no SPD e também na integração lavoura-pecuária (BURLE et al., 2006).

2.2. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS

A perda da qualidade do solo tem sido uma das principais consequências observadas em áreas cultivadas com hortaliças em sistemas com alto revolvimento do solo. Instalando um ciclo indispensável e frequente do uso de insumos químicos e de água, promovendo em situações extremas, a necessidade de abandono de áreas de cultivo, torna-se necessário a utilização de novas áreas, devido ao forte impacto ambiental negativo (LIMA et al, 2017).

A despeito dos avanços conservacionistas, o SPD continua em grande parte subordinado à produtividade fazendo o uso indispensável de insumos químicos, principalmente em sistemas produtivos de hortaliças. Adicionalmente, a condução dos cultivos hortícolas sucessivos com mais de um ciclo de cultivo por ano, aliado à ausência de rotação/sucessão de culturas, tem levado a um cenário de degradação das terras agrícolas. Vindo a contribuir, Fayad et al. (2019) classificam a SPDH dentro de um eixo técnico-científico na promoção de sanidade das plantas em aspectos físicos e nutricionais, aumentando a fitomassa do solo, diminuindo o uso de adubação química através do manejo de plantas de cobertura, diminuindo os custos de produção e impactos ambientais.

Mas, como todo sistema, o SPDH também encontra desafios a serem superados, sendo necessário conciliar as características espaciais e temporais das plantas de cobertura com a cultura de interesse comercial, a sincronização da demanda de nutrientes com o ciclo da cultura, maquinário adequado para pequenas áreas e a grande rotatividade de cultivos que se encontra em uma área de produção de hortaliças devido ao seu ciclo curto (MELO, MADEIRA E PEIXOTO, 2010).

A capacidade das unidades de produção está vinculada diretamente com os recursos nutricionais do solo, que atribua a produção de fitomassa e MO através da permanência de resíduos vegetais sobre o terreno (CANELLAS et al., 2004; GUERRA, DE-POLLI E ALMEIDA, 2004; ESPINDOLA et al., 2005). Nesse aspecto, a inserção das plantas de cobertura no SPD torna-se promissora na produção de hortaliças, resultando em um importante manejo da fertilidade do solo no meio de produção orgânico (FONTANÉTTI et al., 2006; PEREIRA, 2007).

O cultivo de hortaliças em sucessão às plantas de coberturas, nem sempre é a única cultura econômica produtiva em uma área, sendo realizado o cultivo de outras espécies como realizado por Perin et al. (2004), consorciando o cultivo de milho com crotalária (*Crotalaria juncea L.*) para posterior plantio de brócolis, onde os efeitos das plantas de cobertura a longo prazo, acabaram sendo consumidos pela exploração imediata do milho. Situação essa também verificada por Arf et al. (1999) que obtiveram menor produção de trigo em sucessão ao milho consorciado aos adubos verdes Lab-Lab (*Dolichos lab-lab L.*) e Mucuna Preta (*Mucuna aterrima*), em relação ao trigo cultivado em sucessão de adubos verdes.

2.3 O CULTIVO DE BRÓCOLIS E ABOBRINHA-DE-TRONCO SOBRE A PALHADA DE PLANTAS DE COBERTURA

De acordo com dados do Censo Agropecuário de 2017, a agricultura familiar possui um total de 336.195 estabelecimentos agropecuários com atividades relacionadas a horticultura, dentre estes 23.574 produzem brócolis em suas propriedades e 34.855 cultivam abobrinha. A produção total da cultura do brócolis atingiu 109.005 t de brócolis naquele ano, gerando uma movimentação econômica de R\$ 181.191,00 e para a abobrinha, foram produzidas 122.733 t, gerando R\$ 98.725,00 (IBGE, 2017). Desta forma, considerando a importância da agricultura familiar na produção de hortaliças e sua representatividade quanto estabelecimentos agrícolas no Brasil, têm-se 77% do total em 2017, sendo responsáveis por 23% do valor total da produção dos estabelecimentos agropecuários (MAPA, 2019).

No que diz respeito aos dados para o município de Santa Helena – Paraná, das 47 propriedades agropecuárias registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (MAPA) do ramo da agricultura familiar, oito são produtoras de brócolis e abobrinha. Atualmente, a agricultura familiar no município conta com sete famílias registradas no cadastro nacional de produtores orgânicos do MAPA, cujos produtos são certificados como orgânicos através do método participativo, obtendo o Selo Nacional de Conformidade Orgânica, sendo seis de produção primária vegetal e uma agroindústria de polpas de frutas (BIOLABORE, 2021; MAPA, 2021).

2.4.1 Cultura do Brócolis

As hortaliças da família Brassicaceae são de grande importância socioeconômica e alimentar, devido sua rica composição nutricional, sendo um alimento funcional para doenças coronárias, além de apresentar uma grande quantidade de vitaminas e outros elementos que visam a saúde e o bem-estar humano (FAYAD et al, 2019).

Compondo a família Brassicaceae, tem-se uma infinidade de hortaliças que fazem parte da alimentação humana, mas as que ganham destaque no cultivo é a cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica Plenck*), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) e, couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) (MELO, MADEIRA E LIMA, 2016), sendo consideradas as mais importantes da família, por possuírem um excelente valor nutricional, rico em vitaminas e sais minerais e, tornam-se um dos alimentos mais populares, baratos e com grande importância socioeconômica aos agricultores e consumidores (OLIVEIRA et al., 2005).

Assim como as demais espécies de hortaliças dessa família botânica, a cultura do brócolis é exigente quanto à fertilidade do solo e micronutrientes, sendo o aporte de N em um sistema de produção orgânico um dos diversos desafios encontrados, todavia a utilização de leguminosas como plantas de cobertura desempenham relevante função no sistema, sendo comprovados pela boa produtividade obtida em estudos conduzidos em SPDH (SILVA, 2002; PADOVAN, 2006; PADOVAN E ALOVISI, 2007; MELO, MADEIRA E PEIXOTO, 2010). Desse modo, o sistema de produção contempla o manejo conservacionista do solo e o aporte de nutrientes oriundos de

fontes preferencialmente renováveis (PEREIRA, 2007).

Para cultivos em sistemas orgânicos de produção através de práticas conservacionistas, como uma proposta de transição de uma agricultura convencional para uma agricultura com bases agroecológicas (MAFRA et al., 2019; FAYAD et al., 2019), a produção de hortaliças vem contribuindo para a recuperação, diversificação e resiliência dos agroecossistemas (TIMM et al., 2022). Desta forma, a cultura do brócolis por ser uma hortaliça de crescimento rápido e que possui a necessidade de receber uma grande quantidade de N (DINIZ et al., 2008), que quando cultivada de forma correta em um SPDH, beneficia a produção, pois temos a rotação de culturas, coquetéis de plantas de cobertura, fertilização, espaçamento e disposição espacial adequados (FAYAD et al., 2019).

2.4.2 Cultura da Abobrinha-de-Tronco

Com grande variedade de cor, tamanho e forma de frutos, as cucurbitáceas possuem uma grande variabilidade morfológica do reino vegetal, sendo uma das mais importantes famílias de espécies cultivadas, visto que se destacam quanto ao valor econômico e alimentar (COLOMBARI FILHO, 2006). Dentre a grande quantidade de frutos consumidos dentro desta família, tem-se a *Cucurbita pepo L.*, que também é popularmente conhecida como abobrinha, abobrinha verde, abobrinha de tronco, abobrinha italiana ou abobrinha de moita (PÔRTO et al., 2012).

Esta hortaliça é de grande importância no Brasil principalmente para o centro sul, estando entre as dez hortaliças de maior importância econômica, consumo e produção nacional (SILVA, 2018), sendo um fruto de grande valor nutricional, contendo elementos tais como o K, P, Mg e vitamina B, que é muito utilizada na culinária, podendo ser consumida na forma *in natura* em saladas ou em refogados (SANT'ANNA, 2006).

A abobrinha vem sendo valorizada dentro das propriedades de agricultura familiar, sendo importante para a diversificação da propriedade devido esta contribuir para a nutrição e saúde da população (FILGUEIRA, 2008; RAMOS et al., 2010), além de representar uma cultura com elevada importância econômica e de renda, em

função do seu ciclo curto entre a semeadura e entrada em produção (50 a 80 dias) e manutenção da colheita contínua por aproximadamente 30 dias, esta cultura pode ser cultivada tanto no verão quanto na primavera (CAMARGO FILHO E CAMARGO, 2008). Devido ao rápido desenvolvimento de seus frutos, sua colheita demanda muita mão-de-obra para se obter frutos dentro dos padrões exigidos pelo consumidor (LOPES, BRUCKNER E CRUZ, 2001).

Há poucos estudos sobre a utilização de plantas de cobertura nesta cultura, especialmente de leguminosas que disponibilizam N ao solo através do processo de ciclagem de nutrientes. Segundo Queiroga et al., (2007) o aumento da dose de N, proporciona o aumento da área foliar das cucurbitáceas, influenciando diretamente na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, nos frutos.

Devido sua área foliar ser reduzida, a cultura tem baixa capacidade de competição com as plantas daninhas, devendo ser realizada a manutenção e controle manualmente durante todo o ciclo da cultura. Logo, a cobertura do solo com palhada auxilia na redução das plantas daninhas, reduzindo o manejo no controle, conseqüentemente, além disso, a palhada em superfície do solo favorece na manutenção de água no solo (SILVA, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido durante a safra 2020/2021 na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de horticultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, *Campus* Santa Helena, região oeste do Estado do Paraná, localizada a "24°51'51" S; "54°19'49" W com altitude de 227 metros acima do nível do mar.

Conforme Köppen (1900), a classificação climática é do tipo "Cfa", com predominância de clima subtropical, temperatura média no mês mais frio a 13°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 31°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, o solo da região central do Oeste do Paraná é predominantemente do tipo Nitossolo (EMBRAPA FLORESTAS et al., 2012).

A área experimental recebeu o cultivo de nabo-forageiro no período de inverno de 2020, sendo mantido em pousio no período posterior, com a presença de plantas espontâneas. Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para análise granulométrica e química, e também coletadas plantas remanescentes na área para análise nematológica do solo.

A composição granulométrica do solo é de 73% argila, 18,1% silte e 8,9% areia., sendo classificado como muito argiloso A caracterização inicial pela análise química da camada de 0-20 cm apresentou as seguintes condições: pH (CaCl₂) = 4,80; MO = 28,81 g dm⁻³; P (Mehlich⁻¹) = 5,32 mg dm⁻³; K = 0,37 cmol_c dm⁻³; Ca = 4,50 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,55 cmol_c dm⁻³; H+Al = 6,21 cmol_c dm⁻³; SB (soma de bases) = 6,42 cmol_c dm⁻³; CTC = 12,63 cmol_c dm⁻³ e V (saturação por bases) = 50,83% (Anexo A).

Para a análise nematológica, foram coletas plantas daninhas da área a ser implantada o experimento, com presença de solo ao redor das raízes. Nas amostras foi identificada a presença de nematoides fitopatogênicos *Pratylenchus brachyurus* ((Godfrey 1929) Filipjev & Schuurmans Stekhoven 1941) e *Scutellonema* sp.

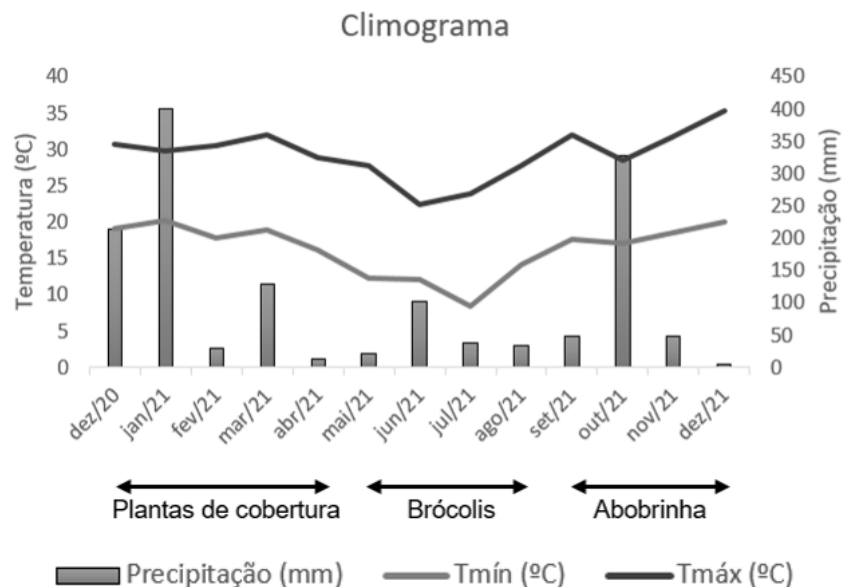
(Andrássy 1958), além de espécies da superfamília *Dorylaimoidea* (Thorne & Swanger 1936) e ordem *Dorylaimida*. A contagem foi realizada em 10 g de raízes das plantas e em 100 cm³ de solo (Anexo C).

O manejo inicial da área foi realizado no início de dezembro de 2020 (10/12), com incorporação da palhada e das plantas remanescentes ao solo com uma grade aradora, descompactando a camada superficial do solo (0-20cm), antecedendo a semeadura das plantas de cobertura de verão.

Após o cultivo das plantas de cobertura de verão, o manejo em sistema plantio direto da área passou a ser realizado. O controle das plantas espontâneas foi realizado de forma manual (arranquio) dentro das parcelas e com a roçadeira costal nos corredores.

Os dados climáticos de precipitação pluvial e média de temperatura do ar mínima e máxima, referente ao período experimental, foram obtidos através de uma das estações meteorológicas SIMEPAR instaladas no município de Santa Helena. Foram levantados os dados climáticos a partir de dezembro de 2020, que foi quando se deu início no experimento a campo, conforme Figura 1.

Figura 1 - 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, 2021.



Fonte: SIMEPAR, 2022.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 8 tratamentos e 3 repetições cada, totalizando 24 parcelas de 20m² (4 x 5m), distribuídas em uma área total de 480m² (Figura 2).

Os tratamentos foram compostos por seis espécies de plantas de cobertura e suas respectivas densidades de semeadura, sendo: Crotalária-ochroleuca na densidade de 15 kg ha⁻¹; Crotalária-spectabilis na densidade de 20 kg ha⁻¹; Mucuna-preta na densidade de 80 kg ha⁻¹; Feijão-de-porco na densidade de 120 kg ha⁻¹; Feijão-guandu na densidade de 50 kg ha⁻¹; Milheto na densidade de 20 kg ha⁻¹ e duas testemunhas, constituídas por pousio com preparo convencional do solo com enxada rotativa e Pousio com roçada.

3.3 PLANTAS DE COBERTURA

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada manualmente em linhas feitas previamente por uma semeadoura no dia 11/12/2020 (Figura 2), com espaçamento de 0,5 m entre linhas, com exceção do milheto que foi de 0,25 m entre linhas.

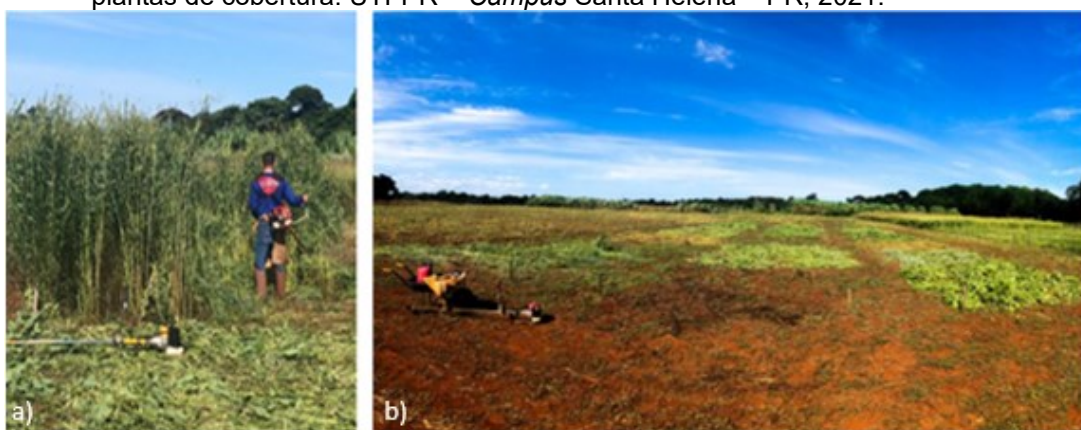
Figura 2 - Semeadura manual das plantas de cobertura de verão. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.



Fonte: A autora

Foi realizado o acompanhamento diário do período de desenvolvimento vegetal, e registrado o início do florescimento das plantas de cobertura aproximadamente 75 dias após a semeadura, permanecendo a campo até os 120 dias, momento em que foi realizado a roçada com equipamento semimecanizado (Figura 3).

Figura 3 – a) Manejo das plantas de cobertura de verão através de roçada. **b)** Área após o manejo das plantas de cobertura. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Fonte: A autora

O manejo da área foi realizado no mesmo período para todas as espécies. Na ocasião, a *C. ochroleuca* e o feijão guandu estavam no início da floração, o milho, a *C. spectabilis* e o feijão de porco estavam no final da floração, com presença de inflorescência e vagens; a mucuna preta por sua vez ainda estava no período vegetativo, não apresentando floração. Optou-se por padronizar o manejo para todas as espécies de plantas de cobertura, em função da semelhança em relação ao ciclo vegetativo que constam nas recomendações técnicas e considerando a entrada em data única da cultura comercial de interesse econômico. Todavia, é possível ter ocorrido influência do fotoperíodo e baixa precipitação no desenvolvimento vegetal das mesmas.

3.4 CULTURAS DE INTERESSE COMERCIAL

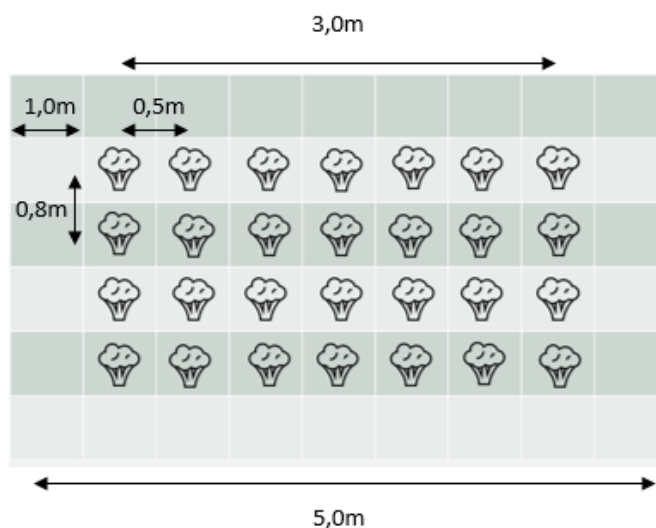
O híbrido de brócolis selecionada foi a BRO 68 da Syngenta, que possuem

baixa incidência de talo oco possuindo um melhor aproveitamento de cabeça sem perdas de campo, é uma cultivar híbrida com cabeça semiglobular favorecendo o menor acúmulo de água, possuindo poucas folhas e peso médio da cabeça de aproximadamente 500 g.

As mudas foram produzidas na área rural do distrito de Vila Celeste, município de Santa Helena - PR. As sementes foram dispostas em bandejas de 128 células com substrato composto por húmus de minhoca (75%) e vermiculita (25%). A emergência ocorreu seis dias após a semeadura, havendo a necessidade de replante. As bandejas permaneceram em local com sombreamento de 30%, sendo feita a irrigação duas vezes ao dia, nos horários mais frescos. As mudas foram aclimatadas 10 dias antes do transplante à campo, permanecendo em sol pleno, com a diminuição do fornecimento de água, visando maior aclimação das mudas.

O transplante das mudas ocorreu quando as mesmas apresentaram de 3 a 4 folhas verdadeiras totalmente abertas, com 45 dias após a emergência (DAE). A distribuição das plantas nas parcelas foi com quatro linhas, e espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, dispensando 1 m em cada extremo, totalizando 28 plantas em cada parcela (Figura 4).

Figura 4 - Distribuição das plantas de brócolis nas parcelas experimentais. UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.



Fonte: A autora

O transplante das mudas de brócolis foi realizado no dia 07/05/2021, com uma

semeadora manual adaptada para o transplante de mudas de hortaliças, conforme Figura 5, sendo utilizado marcadores com a indicação dos espaçamentos adequados para a deposição das mudas.

Figura 5 – a) Transplante das mudas de brócolis à campo com semeadora manual; **b)** Fechamento de covas após o transplante. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Fonte: A autora

Devido à precipitação pluviométrica irregular, e as culturas hortícolas de interesse comerciais serem sensíveis ao déficit hídrico, principalmente após o transplante das mudas de brócolis, foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão na área experimental, cujo espaçamento entre aspersores foi de 12 x 12 m, apresentando vazão de 0,23 L h⁻¹ e eficiência de aplicação potencial de 66%. As irrigações foram realizadas considerando a evapotranspiração da cultura da brócolis para o período de desenvolvimento vegetativo.

Para a cultura da brócolis, foi realizada a adubação orgânica aplicada em superfície do solo. Como fonte, utilizou-se cama de aves previamente curtida e encaminhada para análise química para quantificação de Nitrogênio (N) Fósforo (P) e Potássio (K), apresentando 21,60, 31,44 e 22,50 g Kg⁻¹, respectivamente (Anexo B). Desse modo, os cálculos realizados para determinação da quantidade a ser utilizada, considerou a análise do solo e a necessidade de cultura, seguindo a recomendação para adubação orgânica em plantio direto (FAYAD et al., 2019) com alguns ajustes,

devido à utilização exclusiva da fonte orgânica. Desse modo, foi fracionado a quantidade total (15.000 kg ha¹) de massa seca da adubação orgânica a ser adicionada em duas aplicações, sendo uma de base, distribuída em área total da parcela e a outra de cobertura aos 35 dias após o transplante (DAT) próximo à linha de plantio (FAYAD et al., 2019) (Figura 6).

Figura 6 - Adubação orgânica de cobertura com cama de aves aplicada próxima a linha do plantio aos 35 dias após o transplante, e armadilhas adesivas coloridas instaladas à campo para auxiliar na identificação da ocorrência e controle de insetos pragas. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Fonte: A autora

Realizou-se o monitoramento diariamente da ocorrência de insetos praga na cultura do brócolis, sendo constatado nas primeiras semanas após o transplante a presença de formigas saúvas e lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon* Hunfnagel 1766). Para o controle das formigas foram utilizadas iscas, e para a lagarta foram eliminadas através do método de catação manual as que se encontravam na base do solo próximo as plantas cortadas,, houve alguns danos a cultura, necessitando da realização de transplante, Para minimizar os danos e como medida de controle, foi realizada a liberação a campo de cartelas de *Trichogramma pretiosum* (Riley 1879), que são microvespas que atuam como inimigas naturais das lagartas, atuando através da

atividade das fêmeas que localizam os ovos das pragas alvo e depositam ali seus ovos (dentro dos ovos das pragas).

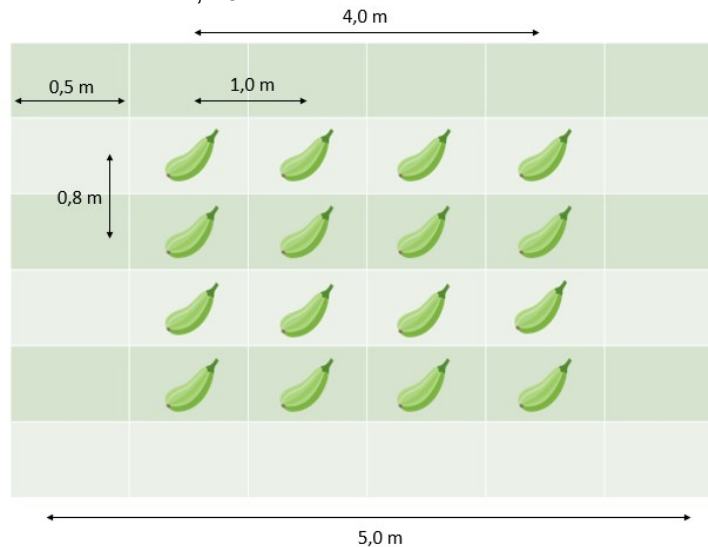
O aparecimento de mosca-branca (*Bemisia tabaci*, Gennadius, 1889) se deu aproximadamente aos 15 DAT, sendo realizado o controle com Boveril[®], ingrediente ativo o fungo *Beauveria bassiana*, que é agente microbiológico de controle para a mosca-branca. A calda preparada foi na dose de 1,0 kg p.c ha⁻¹ com volume de calda de 250 L ha⁻¹, associada com 0,7% de óleo de Neem (*Azadirachta indica*, Jussieu, 1830) como adjuvante e também repelente. Foram realizadas três aplicações com intervalos de sete dias entre elas, utilizando pulverizador costal.

Como estratégia para auxiliar no monitoramento da ocorrência de insetos pragas na área de cultivo de brócolis, e minimamente no controle das mesmas, foram instaladas armadilhas adesivas coloridas (amarelas e azul), usando garrafas pet como base e cola entomológica, conforme pode ser observado na figura 6.

Aos 30 DAT foi identificado a presença de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, Germar 1824), que se alimentam da área foliar das plantas de brócolis. Como medida de controle foi preparado uma calda biológica homeopática com as próprias vaquinhas, sendo triturado em liquidificador a quantidade de 70 pragas para 20 L de calda, junto foi adicionado 200 mL de extrato alcoólico de pimenta vermelha e 7 mL de óleo mineral como adjuvante. Ao longo do ciclo, não foram identificadas novas ocorrências de insetos pragas, não havendo necessidade de novas medidas de controle.

Ao final do ciclo da brócolis, foi estabelecido em sucessão na mesma área o cultivo de uma cucurbitácea (abobrinha-de-tronco), que aconteceu no dia 20/09/2021 através de semeadura direta manual, com a distribuição de três sementes diretamente nas covas abertas com o auxílio de uma enxada, utilizando o espaçamento de 1,0 x 0,8 m, previamente preparadas sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura e do cultivo do brócolis (Figura 7). A emergência das plântulas ocorreu 7 DAS.

Figura 7 - Distribuição das plantas de abobrinha-de-tronco nas parcelas experimentais. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.



Fonte: A autora

Devido à presença da lagarta-rosca, foi necessário realizar a ressemeadura de algumas plantas de abobrinha, realizou-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. Nenhum outro trato cultural foi necessário, devido à ausência de ocorrência de insetos praga e doenças.

A colheita dos frutos de abobrinha teve início 40 DAE, sendo realizada com intervalos que variaram ao longo entre diariamente quando necessário e, a cada dois dias ao final do ciclo, conforme a demanda de infrutescências. O período de colheita se estendeu até 70 DAE, totalizando 30 dias de período produtivo.

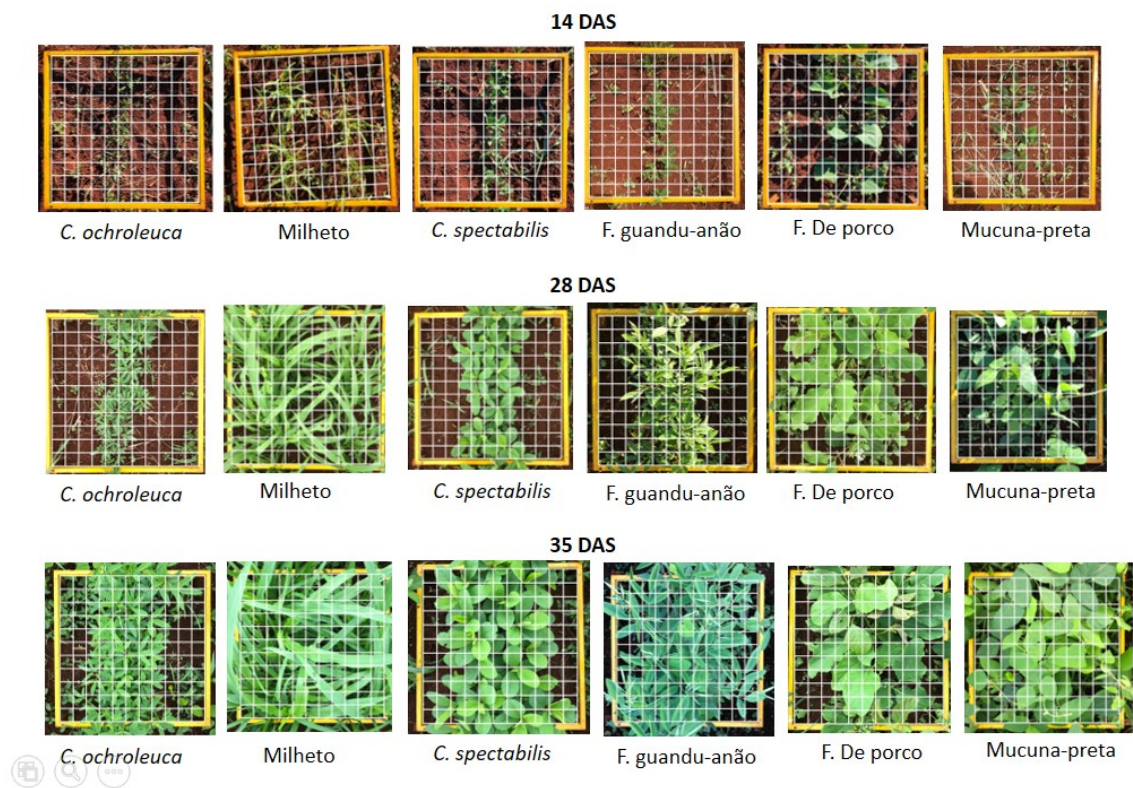
3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.5.1 Plantas de cobertura

A avaliação da evolução da taxa de cobertura do solo pelo crescimento das plantas de cobertura foi realizada através do método fotográfico adaptado de Rizzardi e Fleck (2004), que consiste na coleta de imagens em área delimitada por um quadro metálico com dimensões de 0,5 x 0,5 m, colocado sobre a superfície do solo em dois

pontos fixos por parcela (Figura 8). As coletas ocorreram semanalmente a partir dos 14 DAE das plântulas, sendo realizada a coleta até os 49 DAE. As imagens foram transferidas, manipuladas e analisadas no Power Point, sobre cada imagem, foi inserido um quadriculado com 100 pontos de intersecção para ser realizada a quantificação dos pontos que coincidiam com as plantas de cobertura, podendo assim determinar a taxa de cobertura do solo.

Figura 8 - Coleta de imagens que foi utilizado para avaliar a taxa de cobertura do solo. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.



Fonte: A autora

A avaliação da produção de biomassa das plantas de cobertura foi realizada aos 110 DAE, em que a maioria das plantas de cobertura encontrava-se em período de pleno florescimento, com exceção da mucuna preta, através da coleta em área conhecida de 0,5 m² dentro da área útil de cada parcela. A fitomassa da parte aérea coletada, foram parcialmente fracionadas, pesadas em uma balança semianalítica e, colocadas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 50 ± 5°C por 48 horas sendo pesada novamente, para a quantificação da MS da cobertura vegetal

pelas espécies.

A avaliação da decomposição das plantas de cobertura foi determinada com o uso de bolsas de decomposição (litter bags) confeccionadas em tecido voil, de malha inferior a 1 mm, nas dimensões de 0,2 x 0,2 m, perfazendo área interna de 0,04 m². Dentro dos litter bags foi adicionado material vegetal seco em estufa, fracionado anteriormente em 10 cm de comprimento, em quantidade proporcional à MS produzida pelas plantas de cobertura em cada parcela. Foram utilizadas sete bolsas de decomposição, das quais seis foram depositadas nas respectivas parcelas de origem, sendo fixadas ao solo com grampos no dia 23/04/2021 (Figura 9), e uma amostra mantida em local seco e protegido até o momento da análise, para representar o tempo inicial.

Figura 9 - a) Material vegetal das plantas de cobertura seco em estufa; b) Material vegetal seco fracionado; c) Material vegetal fracionado sendo pesado em balança semianalítica; d) Material vegetal sendo colocado dentro dos litter bag; e) Litter bags colocados a campo com o material vegetal seco. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Fonte: A autora

A coleta das bolsas foi feita uma a uma, com intervalos pré-determinados de

15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias após a deposição das mesmas no campo. O material vegetal remanescente foi seco em estufa de circulação forçada de ar, a $\pm 55^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, pesado em balança semianalítica para quantificação da taxa de decomposição, mediante perda de massa.

3.5.2. Culturas comerciais

Na cultura da brócolis, utilizou-se como área útil seis plantas centrais por parcela, sendo avaliados os seguintes parâmetros agrônômicos durante o desenvolvimento: altura de planta (cm), diâmetro do colmo (cm) avaliada a 5 cm da altura do solo, o número total de folhas aos 30, 60 e 74 DAT e, a porcentagem de inflorescências aparente (IA).

A colheita da área útil foi realizada quando a mesma atingiu seu tamanho máximo de inflorescência, ainda compacta e com grânulos bem fechados, realizado o corte na base da primeira folha (SEABRA JR, 2005), que se iniciou aos 79 DAT até os 104 DAT. No momento da colheita, foram avaliados: o diâmetro da inflorescência (cm); o diâmetro da base da inflorescência (cm); a massa fresca e massa seca da inflorescência (g planta^{-1}); e, a produtividade total (kg ha^{-1}).

Para determinar o diâmetro de inflorescência, foi mensurada a circunferência das inflorescências colhidas com o auxílio de uma fita métrica, posteriormente por meio da relação entre a circunferência e o valor de π . O peso médio foi determinado através da pesagem das inflorescências em uma balança semianalítica, essas inflorescências foram secas em estufa com temperatura de $\pm 65^{\circ}\text{C}$ por 72 horas para a quantificação de MS, onde as mesmas foram pesadas novamente. Após determinado a MS. A produtividade foi obtida com base na área útil avaliada nas parcelas, e estimado de acordo com a população de plantas por hectare.

Na cultura da abobrinha-de-tronco os frutos foram colhidos quando apresentaram tamanho comercial, de aproximadamente 18 cm, sendo avaliado a circunferência no terço superior e inferior e, comprimento do fruto (cm) através de uma fita métrica, e o peso médio de cada fruto (g) foi aferido através de uma balança semianalítica (Figura 10), possibilitando a estimativa da produção por planta (kg) e

produtividade total por área (kg ha^{-1}).

Figura 10 – Avaliação dos frutos da cultura da brássica (*Brassica oleracea* Var. itálica) e abobrinha-de-tronco (*Cucubita pepo*) cultivadas sob plantio direto. **a)** Avaliação de circunferência da inflorescência do brócolis; **b)** Avaliação de peso médio da inflorescência do brócolis; **c)** Avaliação do comprimento do fruto de abobrinha; **d)** Avaliação de circunferência do fruto de abobrinha; **e)** Avaliação do peso médio do fruto de abobrinha. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Fonte: A autora

3.5.3 Atividade respiratória dos microrganismos do solo

A quantificação da atividade respiratória dos microrganismos do solo foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Jenkinson e Powlson (1976). As amostras de solo foram coletadas em profundidade de 0-5 cm, em três diferentes pontos das parcelas, sendo homogêneas e mantidas em geladeira a 4 °C por 7 dias. As coletas das amostras a campo coincidiram com a retirada dos litter bags, aos 15, 45, 90 e 120 dias de coleta.

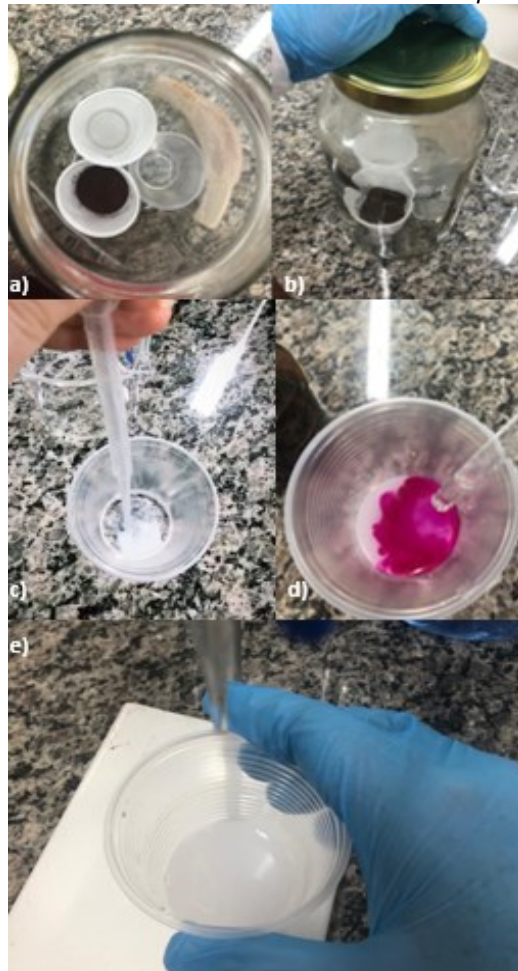
As amostras coletadas foram passadas em peneiras com malha de 2 mm, para a retirada de fragmentos vegetais. Para o procedimento analítico, foram separadas subamostras de solo de 50 g em duplicata, pesadas em balança semianalítica, e colocadas em vidros com capacidade de 3 litros. Juntamente com o solo foram

colocados, em copos plásticos descartáveis de 180 mL, 20 mL de água ultrapura e 10 mL de NaOH, sendo os mesmos acondicionados com o auxílio de uma pipeta graduada. Os vidros foram hermeticamente fechados para que não houvesse a entrada de CO₂. Como testemunha ou controle (branco), foram utilizados 3 vidros contendo apenas os frascos com NaOH e água ultrapura, sem a presença de solo. Para a incubação, os frascos de vidro foram levados para uma sala com controle de temperatura a 25°C, isento de luminosidade, durante o período de 7 dias.

Para determinação da umidade, subamostras de solo em quantidade de 20 g de cada parcela foram colocadas em latas metálicas e acondicionadas em estufa a \pm 105°C por 48 horas.

Após o período de incubação, os frascos foram retirados, e na solução de NaOH foi imediatamente adicionado 2 mL de BaCl₂ 10% (m/v) para a completa precipitação do CO₂, seguido do procedimento de titulação, onde foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v), e posteriormente fazendo a titulação com solução 0,5 M de ácido clorídrico, com agitação constante para homogeneização das soluções, sendo o ponto de viragem a mudança de coloração da solução de rosa à incolor.

Figura 11 - **a)** Preparo da incubação contendo água ultrapura, solo e Hidróxido de sódio (NaOH); **b)** Incubação em vidros de 3L selados; **c)** Titulação com a adição de 2 mL de BaCl₂ 10% (m/v) no copo que contém NaOH; **d)** Adição de 2 gotas de fenolftaleína; **e)** Adição de ácido clorídrico até a amostra se tornar incolor. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Fonte: A autora

O cálculo de respiração basal do solo (RBS) é determinado pela seguinte equação:

$$RBS \text{ (mg de C - CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora)} = \frac{\left(\frac{(V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000}{P_s} \right)}{T}$$

Em que:

RBS = carbono oriundo da respiração basal do solo;

V_b (mL) = volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle (branco);

V_a (mL) = volume gasto na titulação da amostra;

M = molaridade exata do HCl;

Ps (g) = massa de solo seco;

T = tempo gasto de incubação da amostra em horas;

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, pelo programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011). A matéria seca remanescente das plantas de cobertura foi aplicada à análise de regressão não linear, com decaimento exponencial, seguindo a equação matemática: $f = a \cdot e^{-b \cdot x}$, adotando-se como critério para escolha, a significância dos coeficientes da regressão e a magnitude dos coeficientes de determinação, utilizando o programa SigmaPlot 10.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de cobertura do solo proporcionada pelas plantas de cobertura ao longo de seu desenvolvimento vegetativo avaliada entre os 14 e 49 DAE estão apresentadas na Tabela 1. Como pode-se observar entre os 14 e 35 DAE, o milho mostrou-se uma espécie com elevado potencial de crescimento inicial e potencial de proteção do solo na taxa de cobertura em relação as demais, possivelmente pelo espaçamento reduzido entre plantas, conforme indicado para cultura, favorendo a cobertura do solo.

Nas avaliações realizadas aos 14 DAE, a taxa de cobertura do milho se diferiu apenas do feijão-guandu, que apresentou como característica intrínseca da espécie pouco crescimento de área foliar. Aos 21 DAE a proteção do solo oferecida pela gramínea atingiu 47%, não diferindo do feijão-de-porco, mucuna preta e feijão guandu. Por sua vez, as crotalárias apresentaram nesse período a menor cobertura por tempo de desenvolvimento vegetal, atingindo pouco mais que 20% de cobertura (Tabela 1).

Aos 28 DAE o milho apresentou um acréscimo de 21,8% em taxa de cobertura em relação à avaliação anterior, destacando-se quanto ao potencial de cobertura do solo, atingindo valores próximos a 70% (Tabela 1), não diferindo-se, portanto, do Feijão de porco, com um acréscimo em desenvolvimento vegetal de 17% em uma semana. Por ser uma espécie que apresenta característica de folhas grandes, e desenvolvimento relativamente rápido dentre as fabáceas, essa é uma das espécies com potencial de proteção do solo nas primeiras semanas após a emergência (CARVALHO et al., 2022).

Aos 35 DAE, a espécie com menor cobertura do solo, em função da baixa taxa de cobertura apresentada foi a *C. spectabilis*, atingindo pouco mais que 50%, quanto as demais da mesma família apresentavam cobertura entre 65,8 e 76,3% para feijão guandu e feijão de porco respectivamente. Nesse mesmo período o desenvolvimento vegetativo do milho já ultrapassava os 96% de cobertura.

Aos 42 DAE todas as espécies apresentaram elevada taxa de cobertura do solo em sua quase totalidade, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Aos 49 DAE, com exceção do feijão guandu e da mucuna preta, todas as demais espécies cultivadas como plantas de cobertura apresentaram 100% de cobertura do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Taxa de cobertura do solo das plantas de cobertura, avaliadas aos 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a emergência (DAE). UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.

TRATAMENTOS	14 DAE %	21 DAE %	28 DAE %	35 DAE %	42 DAE %	49 DAE %
Milheto	25,0 a	47,7 a	69,5 a	96,7 a	100,0 a	100,0 a
<i>C. ochroleuca</i>	13,2 ab	21,0 b	34,8 b	73,3 ab	99,2 a	100,0 a
<i>C. spectabilis</i>	15,7 ab	22,3 b	32,3 b	57,2 b	95,8 a	100,0 a
Feijão guandu	10,3 b	32,0 ab	33,5 b	65,8 ab	89,7 a	95,5 b
Feijão de porco	22,7 ab	38,8 ab	55,8 ab	76,3 ab	96,3 a	100,0 a
Mucuna preta	16,8 ab	37,7 ab	49,0 ab	74,8 ab	89,5 a	99,3 ab
CV (%)	25,9	22,3	23,1	17,4	6,2	1,5

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

Por ser a única gramínea utilizada no experimento, o milho se destacou ao ser utilizado como planta de cobertura, pois é de rápido crescimento e tem um bom estabelecimento a campo (SORATTO et al., 2012), produzindo grande quantidade de fitomassa e acúmulo, além da liberação de nutrientes (ALGERI et al., 2018). Além disso, ressalta-se que apesar de apresentar uma taxa de cobertura em quase 100% aos 35 DAE deve-se também ao espaçamento desta cultura ser reduzido pela metade (25 cm) quando comparado às leguminosas (50 cm), uma vez que segundo Rolff e Bertol (1998), a cobertura do solo depende, principalmente, da espécie, da biomassa aérea e da densidade populacional.

As leguminosas cultivadas apresentaram desenvolvimento lento nas quatro primeiras avaliações, possuindo maior cobertura do solo a partir dos 42 DAE, diminuindo assim a quantidade de solo exposto.

Segundo Haskel (2020), pode-se justificar o desenvolvimento inicial mais lento de algumas leguminosas como uma característica de espécies de plantas de cobertura, possuindo uma menor cobertura por planta. Quando trabalhado em consórcio de gramíneas e leguminosas, Krenchinski et al. (2018) em seu trabalho observou uma maior cobertura do solo nos tratamentos contendo aveia solteira e em consórcio, já Rocha (2017) encontrou uma melhor cobertura utilizando milho e feijão-de-porco.

Dentro das variáveis analisadas nas plantas de cobertura, os resultados de

biomassa obtidos através da avaliação das plantas em pleno florescimento, para fins de determinação da Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) das diferentes espécies de cobertura de verão estão apresentadas na Tabela 2.

A maior produção de MV foi obtida com o uso do milho e do feijão-de-porco, atingindo patamares superiores a 36.000 kg ha⁻¹ de biomassa adicionadas ao solo, diferindo-se apenas do feijão-guandu, com menor rendimento entre os tratamentos. As demais espécies de plantas de cobertura testadas apresentaram produção intermediária, não diferindo entre si.

Em relação a produção e potencial de aporte de MS ao solo, o milho apresentou mais de 15.000 kg ha⁻¹, com médias diferindo estatisticamente do feijão-guandu e da mucuna-preta. Mesmo sendo realizado o manejo das plantas de cobertura aos 120 DAS, a mucuna ainda se encontrava em pleno desenvolvimento vegetativo, uma vez que possui característica de ciclo mais prolongado, o que justifica a produção média inferior as demais, que segundo Carvalho et al. (2022), esta espécie apresenta potencial de produção de MS de 6-9 t ha⁻¹ onde neste trabalho os resultados foram inferiores à média da cultura devido ao manejo ter sido realizado antecedendo os 140 dias que é o período de seu ciclo vegetativo.

Observa-se que a gramínea possui elevado potencial de produção de MS para a proteção do solo, adicionando três vezes mais palhada em relação às menores produções das leguminosas.

Os demais tratamentos apresentaram-se intermediários tanto na produção de MV como de MS, com médias de 28.000 kg ha⁻¹ e 8.000 kg ha⁻¹, respectivamente.

Desta forma, a produção de biomassa além de promover a cobertura do solo, aumenta os teores de MO, trazendo diversos benefícios como o armazenamento da água, drenagem, aeração e interferência direta na resistência mecânica do solo (SUZUKI E ALVES, 2006).

Tabela 2 – Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) das diferentes plantas de cobertura. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.

TRATAMENTOS	MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)
Milheto	36.443a	15.324 a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	31.054 ab	9.949 ab
<i>Crotalaria spectabilis</i>	31.945 ab	7.512 ab
Feijão-guandu	14.554 b	5.434 b
Feijão-de-porco	36.460 a	8.796 ab
Mucuna-preta	22.884 ab	5.663 b
CV (%)	22,44	31,56

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

Em cultivos de milho durante o período de verão no estado de Minas Gerais, Moraes (2001) encontrou produtividades de 28.580 e 9.650 kg ha⁻¹ de MV e MS respectivamente, enquanto Oliveira, Carvalho e Moraes (2002) obtiveram 45.760 e 14.180 kg ha⁻¹, respectivamente. No estado de São Paulo, foram encontradas produção de MS para essa espécie entre 6.780 kg ha⁻¹ (MURASHI et al., 2005) a 14.040 kg ha⁻¹ (SORATTO et al., 2012), já em Goiás a produção variou de 6.000 kg ha⁻¹ (KLIEMANN, BRAZ E SILVEIRA, 2006) a 10.801 kg ha⁻¹ de MS (BOER et al., 2008). Desta forma, os resultados do presente estudo corroboram e se apresentam superiores em rendimento de MS por hectare em relação às demais regiões de estudo mencionados.

Em ensaio montado com milho e *C. spectabilis*, Delazeri et al. (2020) concluíram que embora a crotalaria apresente maior teor de N em sua área foliar, o milho apresentou maior acúmulo deste elemento em kg ha⁻¹ no solo, devido a maior produção de MS. Com isso, Bertolino et al. (2021), obtiveram resultados relevantes ao utilizar milho e crotalaria consorciada, onde puderam constatar que o cultivo consorciado não reduz a produção total de MS em relação ao cultivo solteiro.

Ao avaliar a quantidade de MS e MV de plantas de cobertura, Pain et al. (2020) obtiveram maior produção na região do cerrado com o uso de mucuna-preta, feijão-de-porco e milho-campeiro, nesta ordem respectivamente. Divergindo dos dados

obtidos no presente trabalho (Tabela 1), em que os tratamentos com feijão-de-porco e milho apresentaram-se superiores na produção de MS.

Para Pfüller et al. (2019), ao testar 15 tratamentos diferentes na quantificação de produção de MV, verificaram que o milho foi o que apresentou maior rendimento, todavia, a maior produção de MS foi com uso do feijão-guandu-anão, indicando estas duas espécies como as maiores médias de produção. Os resultados do presente estudo, corroboram com o potencial produtivo do milho, todavia o feijão-guandu anão apresentou desempenho inferior a gramínea nas condições edafoclimáticas da região, em ambos os resultados. Contribuindo, Balduino et al. (2018), afirmam que o guandu além de apresentar grande quantidade de MS, é uma opção viável para sistemas agroecológicos de produção.

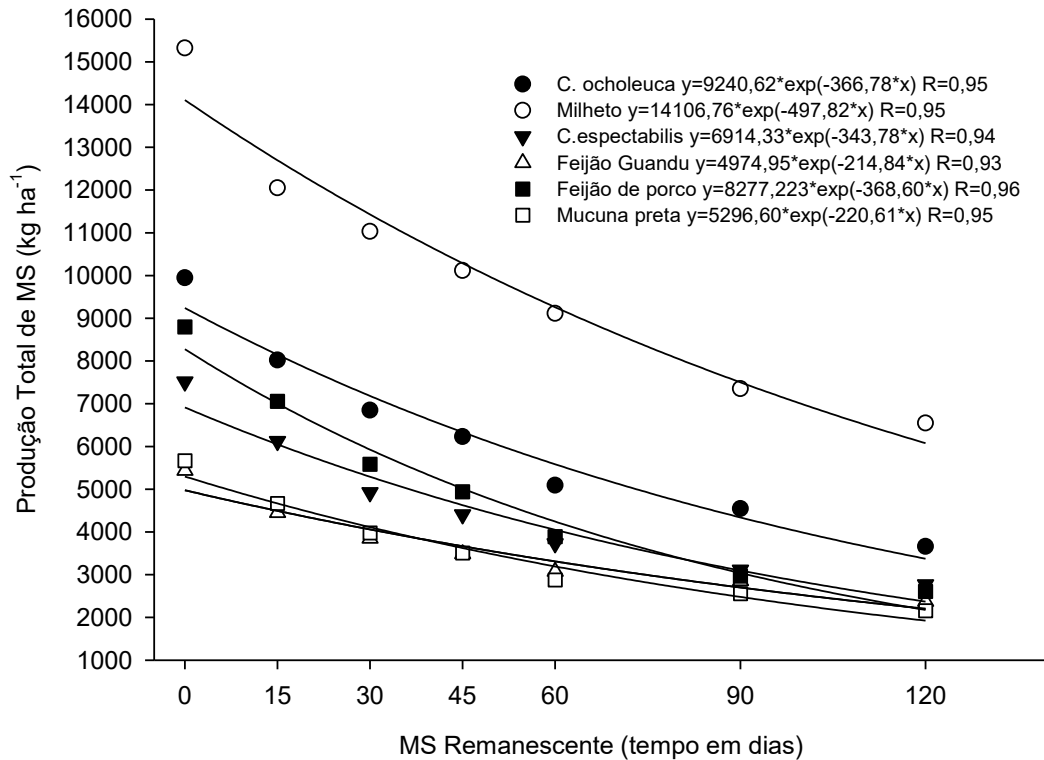
Suzuki e Alves (2006) em estudo com plantas de cobertura em cultivos comerciais, constataram que a produção de MV e MS de plantas de cobertura foram menores para o feijão-guandu e maiores para o milho e a *Crotalaria juncea* no sistema de plantio direto.

A decomposição de MS das plantas de cobertura foi determinada através dos *litter bags* dispostos a campo, com os resultados apresentados na Figura 12. No gráfico podemos observar que a decomposição dos resíduos das plantas de cobertura teve uma redução média de 19,45% da MS inicialmente aportada ao final dos primeiros 15 dias, onde o milho que apresentou maior redução nesse período, decompondo 20,8% e o feijão-guandu que menos decompôs, totalizando 18,2% apenas.

Aos 30 e 45 dias, a *C. ochroleuca* e o feijão-de-porco mantinham proporcionalmente quantidades de MS em superfície similares ao milho, com médias entre 5.581 e 11.031 kg ha⁻¹, respectivamente.

Ao longo do período entre 60 e 90 dias a *C. ochroleuca* se manteve similar ao milho na manutenção em quantidade de palhada sobre o solo, com 4.547 e 7.352 kg ha⁻¹ respectivamente. Ao final de 120 dias, o milho apresentou a maior quantidade de MS em superfície do solo com 6.549 kg ha⁻¹ residuais, correspondendo a 43,4% do inicialmente aportado.

Figura 12 – Decomposição de resíduos das plantas de cobertura de verão em SPDH nas condições edafoclimáticas do Oeste do Paraná, avaliados aos 0, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias após o manejo. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.



Apesar do feijão-guandu apresentar dinâmica similar à poácea, com 43,5% de material restante sobre o solo ao final dos 120 dias, em função da baixa produção de MS inicial, a quantidade de resíduos em superfície ao final do mesmo período corresponde a apenas 2.368 kg ha⁻¹. O milho apresentou elevado potencial de produção e manutenção de resíduos em superfície do solo, dentre as fabáceas, o feijão guandu apresentou potencial de manutenção dos resíduos em superfície do solo ao longo do tempo, porém baixa produção de MS para aporte ao solo.

Para Alves (2022), a elevada taxa de decomposição do material vegetal é devido à alta precipitação, no caso deste estudo a irrigação diária foi um fator acelerador na decomposição de palhada após a deposição do material a campo. Corroborando, outros autores afirmam sobre a velocidade de decomposição de resíduos, sofrendo variação na decomposição onde a mesma aumenta com o

aumento da precipitação e diminui, no período seco do ano (TORRES E PEREIRA, 2008; BOER et al., 2008; LEITE et al., 2010; PACHECO et al., 2008).

Devido a alto índice pluviométrico, Alves (2022) trabalhando com *Brachiaria ruziziensis*, feijão-de-porco, mucuna-anã e amendoim-forrageiro, o mesmo teve resultados em dois anos de condução de experimento inferiores aos encontrados neste estudo, onde aos 60 dias após a deposição dos *litter bags*, a quantidade de material remanescente variou de 36 a 48% entre as coberturas, e de 33 a 69%, no primeiro e segundo ano respectivamente. Neste mesmo período tivemos variação de médias entre 44,6 a 59,6% de MS remanescente, onde a menor média encontrada quase se igualar a maior média encontrada por Silva et al. (2015) em seu primeiro ano de condução.

Ao trabalhar com uma variedade de sorgo BRS310 e duas diferentes cultivares milho a ENA 2 e a BRS 1501, Teixeira et al. (2012) pode constatar que a decomposição aconteceu de maneira semelhante entre os tratamentos onde o milho ENA 2 teve as maiores quantidades de produção de biomassa e de MS remanescente.

Kliemann, Braz e Silveira (2006) ao avaliar a taxa de decomposição de MS de plantas de cobertura constataram que os maiores valores ocorreram nas leguminosas e os menores nas gramíneas. Experimentando as cultivares de feijão-de-porco, milho, crotalária e braquiária, Torres et al. (2014) teve resultados para a taxa de decomposição aos 120 dias de 51,43%, 45,88%, 58,42% e 48,43% respectivamente. Podemos assimilar a média do milho que foi de 43,4% de MS remanescente ao final dos 120 dias, onde as crotalárias e o feijão-de-porco apresentaram média semelhante aos 45 dias com 59,8% e 55,2%.

Portanto, a MS remanescente sobre a superfície do solo ao final das avaliações é condizente com o potencial de aporte de fitomassa, com características particulares para cada cultura em estudo, que tende a aumentar com o passar dos anos e também sofrem interferência de fatores edafoclimáticas, evidenciando a necessidade de se realizar estudos em diferentes regiões.

A cultura do brócolis implantados sobre os resíduos e sistemas estabelecidos foi avaliada ao longo do desenvolvimento desta aos 30, 60 e 74 DAT, através da altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF), os resultados obtidos encontram-se apresentados na tabela 3.

Tanto a AP quanto o DC nos diferentes momentos de desenvolvimento do brócolis não apresentaram diferenças significativas nas avaliações realizadas. Por mais que o DC não tenha se diferido sobre os resíduos das plantas de coberturas testadas, é uma variável importante, uma vez que o maior DC pode expressar maior capacidade da planta em transportar água, nutrientes e compostos orgânicos da raiz para a parte aérea (VIGIER E CUTCLIFFE, 1985).

Ao avaliar diferentes híbridos de brócolis Santana (2021) constatou que o DC não teve variações significativas, corroborando com Castro et al. (2018) que também encontraram resultados similares no DC ao trabalhar com diferentes cultivares de brócolis, semelhante ao observado nesta pesquisa.

Segundo Schiavon Júnior (2008), ao trabalhar com brócolis sob diferentes densidades de plantio, encontrou DC no momento da colheita variando entre 3 e 5,64 cm, aos 75 dias à campo. Levando em consideração a média obtida no presente estudo para DC no mesmo período (74 DAT) ser de 3,7 cm, é possível identificar similaridade em relação aos resultados citados, onde encontramos todas as médias dentro da variação encontrado pelo autor citado anteriormente.

Para o NF do brócolis sobre as plantas de cobertura, houve diferença significativa entre os tratamentos aos 30 e 74 DAT, com destaque para o feijão de porco com 6,9 e 17,1 folhas respectivamente, diferindo-se apenas da *C. ochroleuca* e pousio convencional.

Os resultados para NF apresentaram diferenças significativas no primeiro e no terceiro momento de avaliação (Tabela 3). O feijão de porco proporcionou o maior NF na cultura do brócolis, totalizando 6, 9, 11 e 17,1 folhas para 30, 60 e 74 DAT, respectivamente, enquanto a *C. ochroleuca* apresentou menor desempenho tratamento para essa variável aos 30 e 60 DAT. A área foliar é importante parâmetro indicativo de produtividade, devido ao processo fotossintético depender da interceptação da luz para a conversão em energia química para a planta.

Castro et al. (2018) avaliaram diferentes híbridos e espaçamentos distintos, e concluíram que para o NF, houve resposta significativa apenas entre os híbridos avaliados. Shishido (2019) ao avaliar diferentes híbridos, constatou que a cultivar Avenger apresentou uma média significativa de 24,71 folhas, já a cultivar BRO 68 que é a mesma utilizada nesta pesquisa, teve a menor média, com 17,98 folhas. Silva et

al. (2018) ao trabalhar com diferentes doses de N e K obteve médias de 15,3 para o NF, que segundo eles, as doses dos nutrientes não influenciaram no NF para a cultura do brócolis.

Segundo Ferreira (1983), em brássicas, a quantidade de folhas que uma planta possui varia de acordo com o efeito da temperatura, pois quando submetidas a temperaturas elevadas, a espécie tende a prolongar seu ciclo vegetativo, emitindo mais folhas. Como o cultivo deste estudo aconteceu durante o período de inverno, tivemos uma ocorrência muito grande de baixas temperaturas, chegando aos 0°C, acarretando na antecipação do ciclo reprodutivo.

Dentre as plantas de cobertura utilizadas, é possível observar que o desenvolvimento da cultura do brócolis sob a palhada da *C. ochroleuca* ocorreu de forma mais lenta que nos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias da altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e número de folhas (NF) da cultura do brócolis, avaliadas aos 30, 60 e 74 dias após o transplante (DAT). UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.

TRATAMENTO	30 DAT			60 DAT			74 DAT		
	AP (cm)	DC (cm)	NF	AP (cm)	DC (cm)	NF	AP (cm)	DC (cm)	NF
Milheto	8,0 ^{ns}	0,7 ^{ns}	6,4ab	18,1 ^{ns}	2,2 ^{ns}	10,2 ^{ns}	24,6 ^{ns}	3,5 ^{ns}	16,0ab
<i>C. ochroleuca</i>	6,3	0,5	5,7b	15,8	2,0	9,0	22,2	3,6	14,8b
<i>C. spectabilis</i>	8,1	0,7	6,6ab	18,3	2,5	10,5	25,9	3,8	16,2ab
F. guandu	8,2	0,7	6,7ab	18,4	2,3	10,6	24,4	3,9	15,6ab
F. porco	7,9	0,6	6,9a	17,8	2,3	11,0	25,1	3,7	17,1a
M. preta	8,2	0,7	6,3ab	18,1	2,3	10,3	25,0	4,0	16,2ab
P. roçada	6,0	0,6	6,0ab	15,5	2,2	9,8	23,5	3,8	16,0ab
P. convencional	7,2	0,7	6,3ab	16,8	2,4	9,5	24,4	3,7	14,2b
Média	7,5	0,6	6,4	17,3	2,3	10,1	24,4	3,7	15,8
CV (%)	13,0	14,4	5,7	8,1	11,0	9,0	7,1	4,7	4,8

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

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os parâmetros de desenvolvimento produtivo avaliados aos 65 e 74 DAT,

porcentagem de inflorescências aparentes (IA) e o diâmetro de inflorescência (DI) estão apresentados na tabela 4. Aos 65 DAT, as plantas de brócolis apresentavam emissão média de 36,9% de inflorescências aparentes, com diâmetro médio de 3,9 cm, não havendo influência significativa pelos tratamentos com plantas de cobertura e pousios neste estágio.

Já aos 74 DAT houve diferença significativa para as IA, observa-se que para a grande maioria dos tratamentos as plantas de brócolis apresentavam uma padronização na emissão das inflorescências aparentes, com porcentagens de IA entre 72 e 100%, exceto para o tratamento com *C. ochroleuca*, que no mesmo período apresentou somente 38,8% de IA, ou seja, enquanto para os demais tratamentos tínhamos quase todas as plantas da área útil com a inflorescência aparente, a *C. ochroleuca* apresentou um atraso no desenvolvimento reprodutivo. O diâmetro médio da inflorescência aparente nesse período foi de 8,8 cm.

Tabela 4 – Médias para a porcentagem de inflorescências aparentes (IA) e diâmetro das inflorescências (DI) na cultura do brócolis, avaliadas aos 65 e 74 dias após o transplante (DAT). UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.

TRATAMENTOS	65 DAT		74 DAT	
	IA %	DI (cm)	IA %	DI (cm)
Milheto	50,0 ^{ns}	5,2 ^{ns}	94,3 a	9,7 ^{ns}
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	11,3	3,2	38,7 b	8,0
<i>Crotalaria spectabilis</i>	55,7	4,6	94,3 a	9,6
Feijão-guandu	49,7	4,4	94,3 a	9,3
Feijão-de-porco	55,7	4,7	100,0 a	10,5
Mucuna-preta	33,7	5,2	88,7 a	9,5
Pousio com roçada	16,7	1,2	72,0 ab	6,5
Pousio convencional	22,3	2,8	77,7 a	7,5
CV (%)	68,4	43,8	16,5	25,1

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

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Mesmo com o intervalo curto entre as avaliações, é possível observar que a porcentagem de inflorescências aparente e, o tamanho do diâmetro das mesmas praticamente dobrou para a maioria dos tratamentos.

Ao analisar o DI no momento da colheita (Tabela 5) que aconteceu a partir dos 79 DAT das mudas, ou seja, cinco dias após a última avaliação de inflorescência aparente correspondente a Tabela 5, é possível observar a capacidade de desenvolvimento deste parâmetro devido às baixas temperaturas, que aceleram o processo reprodutivo da brócolis (TREVISAN, 2013).

No momento da colheita, além do DI, foi avaliado o diâmetro de colmo na base da inflorescência (DBI) conforme resultados apresentados na Tabela 6. Para as variáveis mencionadas, não houve diferenciação significativa entre os tratamentos, com médias de 18,6 e 4 cm.

Tabela 5 – Teste comparativo de médias para parâmetros produtivos do brócolis, diâmetro da base da inflorescência (DBI) e diâmetro da inflorescência (DI) no momento da colheita da cultura. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.

TRATAMENTOS	DBI (cm)	DI (cm)
Milheto	4,0 ^{ns}	18,8 ^{ns}
<i>C. ochroleuca</i>	4,0	18,5
<i>C. spectabilis</i>	4,2	19,0
Feijão guandu	4,1	18,8
Feijão de porco	4,1	19,2
Mucuna preta	4,1	18,8
Pousio com roçada	3,8	17,8
Pousio convencional	3,8	17,8
Média	4,0	18,6
CV (%)	4,8	4,8

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o DI, Silva et al. (2018) apresentaram uma média de 13,6 cm, sendo uma média inferior encontrada por Kano et al. (2008) que foi de 20,5 cm, ao cultivar brócolis no verão. Em manejo orgânico, Rocha (2017) cultivou brócolis híbrido BC 1691, obtendo média de 22,26 cm sobre palhada de plantas de cobertura e média inferior de 16,05 cm para a testemunha. Com o diâmetro variando entre 12 a 20 cm para a cultivar utilizada neste trabalho, as médias encontradas estão dentro do padrão do híbrido, mesmo sob o manejo orgânico, ainda sim as médias apresentaram-se

elevadas para a cultivar, onde temos uma menor variação do que a encontrada por Rocha (2017) na mesma cultivar, ficando entre 17,8 e 19 cm.

O DBI que variou entre 3,8 e 4,2 cm, aproxima-se das maiores médias avaliadas por Castro et al. (2018), onde apresentaram variação de valores entre 2,43 a 4,59 cm ao comparar diferentes cultivares de brócolis, sendo elas a cultivar BC 1691 com média de 3,76 cm e, a cultivar TPC 07118 com 4,14 cm de diâmetro. Resultados para o diâmetro do caule também foram avaliados por Schiavon Júnior (2008) ao trabalhar diferentes densidades de plantio, teve variação entre 3 e 5,64 cm, médias estas com variação maior que as encontradas neste trabalho.

Para os valores de MV da inflorescência, folhas e colmo de brócolis (Tabela 7), não houve diferença significativa dos os tratamentos com plantas de cobertura de solo testados. O peso da inflorescência variou de 759,9 g no tratamento de feijão-de-porco a, 597,9 g para o pousio com o revolvimento do solo, mantendo uma média de 686,2 g planta⁻¹, apresentado peso superior ao que a ficha técnica apresenta a variedade com média de 500 g por inflorescência. Assim sendo, a média de peso comercial para o brócolis é de 300 a 400 g e diâmetro variando de 12 a 15 cm (EMBRAPA, 2015), portanto, as inflorescências colhidas apresentaram padrões de tamanho maior que as inflorescências comercializadas no mercado.

Silva et al. (2018) encontrou resultados que variaram entre 195 e 285 g, valores esses bem abaixo da média encontrada por Kano et al. (2008) de 936,2 g ambos com o híbrido "Legacy" cultivado sob temperaturas amenas e alta precipitação. Oliveira et al. (2018) e Lalla et al. (2010) ao testarem diferentes dosagens de N na cultura do brócolis obtiveram médias de 503,51 g e 405 g planta⁻¹, respectivamente.

Para a MS da inflorescência, apesar de também não apresentar significância, tivemos uma variação de 14,6 g, onde a maior média foi para o tratamento com milho, apresentando 63,3 g e a menor média manteve-se para o plantio convencional com 48,7 g planta⁻¹. Essas médias estão bem acima das encontradas por Silva et al. (2018), que variaram entre 19 e 28 g planta⁻¹.

Valores similares ao do presente estudo são descritos por em trabalho desenvolvido por Shishido (2019) ao testar diferentes espaçamentos, verificou peso da MV da inflorescência com variação entre 563,90 a 722,36 g planta⁻¹ e, a MS permaneceu entre 36,12 e 58,15 g planta⁻¹.

Tabela 6 – Médias da Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) da inflorescência, folhas e colmo do brócolis cultivada sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto orgânico. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.

TRATAMENTOS	Massa Verde (g)			Massa Seca (g)		
	Inflor	Folhas	Colmo	Inflor	Folhas	Colmo
Milheto	677,4 ^{ns}	663,6 ^{ns}	331,3 ^{ns}	63,3 ^{ns}	71,8 b	30,3 ^{ns}
<i>C. ochroleuca</i>	688,0	778,3	367,7	62,0	107,9 a	34,7
<i>C. spectabilis</i>	734,4	816,8	373,5	58,6	79,2 ab	29,1
F. guandu	691,3	677,6	338,0	54,9	67,7 b	29,9
F. porco	759,9	738,4	343,0	59,8	75,9 ab	29,8
M. preta	720,1	803,7	371,5	49,6	72,2 b	29,3
P. roçada	620,6	663,2	339,3	56,0	75,3 ab	27,9
P. convencional	597,9	558,1	331,8	48,7	62,6 b	28,5
CV (%)	12,9	15,4	7,45	13,6	15,1	10,8

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Legenda: Inflor – inflorescência.

Para a variável peso total das folhas (Tabela 6), os valores para a MV não foram significativos, e as médias variaram de 816,8 g para a *C. spectabilis* e, 558,1 g para pousio convencional, apresentando uma média de 712,5 g planta⁻¹. Já para a MS das folhas os valores variaram 45,3 g, e a média foi de 76,6 g planta⁻¹. Para a MS das folhas de brócolis, houve diferença significativa, onde o tratamento com *C. ochroleuca* apresentou a maior média com 107,9 g planta⁻¹, não diferindo dos demais tratamentos.

Rocha (2017) encontrou variações de médias para a MV da inflorescência de 276,6 g a 388,6 g planta⁻¹, já para a MS, o mesmo variou de 80,3 g a 107,9 g planta⁻¹, não diferindo estatisticamente, onde pode-se notar que a maior média de MS é a mesma encontrada neste trabalho, mas com menor quantidade de perda de água, já que nossos valores são o dobro do peso para a MV.

Para a MV do colmo da planta, os resultados apresentam uma média de 349,5 g planta⁻¹, os valores variaram entre 331,3 g a 373,5 g planta⁻¹ para os tratamentos milho e *C. spectabilis* respectivamente (Tabela 6). Ao experimentar diferentes cultivares de brócolis, Castro et al. (2018) pode constatar que as cultivares Avenger e TPC07699 apresentaram as maiores médias, sendo 429,5 g e 336,77 g planta⁻¹

respectivamente e, ao contrário as cultivares Shiguemori e Lion apresentaram as menores médias, com 215 g e 175,2 g planta⁻¹. Por estarem analisando a incidência do distúrbio fisiológico de talo oco, os autores explicam que as menores médias podem estar associadas a presença desta anomalia, diminuindo assim a massa dos caules. Ao testar diferentes variedades de couve-flor, Souza et al. (2018) encontraram uma média para a massa do caule de 210 g planta⁻¹.

Para a MS dos caules de brócolis cultivadas sobre diferentes plantas de cobertura, houve variação de 6,8 g planta⁻¹, com ausência de diferença significativa entre os tratamentos. A *C. ochroleuca* foi que apresentou a maior média com 34,7 g, seguida o tratamento milheto com 30,3 g. Já as menores médias foram constatadas pelos dois tratamentos de pousio, sendo o convencional seguido do de roçada, onde apresentaram médias de 28,5 g e 27,9 g planta⁻¹ respectivamente.

A produtividade de brócolis obtido em cultivo orgânico sobre os resíduos de planta de cobertura, em sistema de plantio direto foi avaliada tanto como MV e MS em kg ha⁻¹ (Tabela 7). Mesmo não havendo expressão estatística significativa entre os tratamentos sobre essa variável, os resultados se mostraram promissores, onde se obteve um rendimento de aproximadamente 19.000 kg ha⁻¹ de MV sob a palhada remanescente do feijão-de-porco, enquanto, nos sistemas constituídos por pousios as médias de produtividade foram menores, em torno de 15.000 kg ha⁻¹ (Tabela 7).

Como o brócolis é comercializado *in natura*, torna-se mais interessante a presença residual da palhada de plantas de cobertura sobre o solo. Melo, Madeira e Lima (2016) cultivaram brócolis em condições orgânicas, com metodologias semelhantes a esta pesquisa e, encontraram resultados satisfatórios ao cultivar sobre resíduos de palhada de outra cultura de interesse comercial, no caso o milho, produzindo 8.700 kg ha⁻¹ com a cultivar Green Storm Bonanza e, quando esta mesma foi cultivada sobre a palhada de milheto os autores tiveram uma produção de 10.760 kg ha⁻¹.

Castro et al. (2018) submeteram diferentes híbridos em sistema de cultivo convencional, onde apresentaram a cultivar BC1691 com 11.360 kg ha⁻¹ possuindo a maior produtividade. Nesse sentido, os resultados do presente estudo mostram-se superiores, mesmo no primeiro ano de condução em sistema de plantio direto, sob manejo orgânico.

Com base nos resultados do presente estudo para produtividade, ao comparar sistemas produtivos que possuem presença e ausência de palhada como cobertura do solo, torna-se evidente que o SPDH torna-se mais promissor, pois além de não influenciar negativamente na cultura de interesse, agregam vantagens, pois de acordo com Rocha (2017) os resíduos em cobertura do solo, elevam a capacidade produtiva devido à maior disponibilidade de nutrientes, principalmente N contido nas palhadas, em especial dos consórcios que anteciparam o plantio.

Assim, os resultados demonstram um maior desempenho das plantas de cobertura sobre as culturas subsequentes, onde podemos associá-los à maior capacidade de produção de biomassa e ciclagem de nutrientes fornecidas pelas plantas de cobertura.

Em relação a MS da cultura comercial, como o brócolis possui em torno de 90,7% de água em sua composição (LEITE, 2019), significa que quanto maior for a produtividade de MV da cultura, maior será a perda de água ao ser transformado em material vegetal seco. Portanto, ao apresentar a maior produtividade de MV, o tratamento de feijão-de-porco diminuiu 17.504 kg ha⁻¹, apresentando um valor próximo da média de todos os tratamentos.

Tabela 7 – Produtividade da Massa Verde (MV) e Massa Seca (MS) da cultura do brócolis cultivado sobre plantas de cobertura de verão em sistema de plantio direto orgânico. UTFPR – Campus Santa Helena – PR, 2021.

TRATAMENTOS	MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)
Milheto	16.935 ^{ns}	1.584 ^{ns}
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	17.200	1.549
<i>Crotalaria spectabilis</i>	18.359	1.466
Feijão-guandu	17.283	1.373
Feijão-de-porco	18.998	1.494
Mucuna-preta	18.003	1.241
Pousio com roçada	15.515	1.400
Pousio convencional	14.949	1.218
CV (%)	12,94	13,58

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pensando em um SPDH de base agroecológica, deve-se sempre buscar a

maior quantidade de aporte de biomassa, pois é essencial para um sistema orgânico, visando elevar os teores de MO, favorecendo o aumento da estabilidade de agregados do solo, da porosidade e conseqüentemente da capacidade de retenção de umidade (DE-POLLI et al., 1996).

Como efeito do uso das plantas de cobertura, buscou-se avaliar a atividade da microbiota no solo através da respiração basal, (RBS) afim de associar com a decomposição da palhada. Na Tabela 8 é possível verificar os resultados para a quantificação da RBS nos quatro períodos em que foram coletados solo no experimento, sendo constatada a diminuição da atividade dos microrganismos com o passar do tempo (dias), todavia, não houve diferença estatística entre os tratamentos, quanto à liberação de C-CO₂.

Tabela 8 – Respiração basal do solo (mg C-CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹), avaliadas aos 15, 45, 90 e 120 dias após o manejo (DAM) durante a vigência do experimento localizado na área experimental da UTFPR – *Campus* Santa Helena – PR, 2021.

TRATAMENTOS	15 DAM	45 DAM	90 DAM	120 DAM
	----- mg C-CO ₂ kg ⁻¹ solo hora ⁻¹ -----			
Milheto	2,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,1 ^{ns}
<i>C. ochroleuca</i>	2,0	1,5	2,0	1,5
<i>C. spectabilis</i>	2,4	1,3	1,8	1,1
Feijão guandu	2,4	1,2	1,2	0,8
Feijão de porco	2,4	1,1	0,9	0,8
Mucuna preta	1,5	1,4	1,3	0,8
P. com roçada	2,4	1,0	0,9	0,7
P. convencional	1,2	1,0	1,2	1,8
CV (%)	18,9	13,6	28,2	29,6

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com Dionisio, Pimentel e Signor (2016), a RBS está relacionada com a decomposição da MO no solo e a mineralização do húmus. Com isso, a falta de resultados encontrados acredita-se que a adição do adubo orgânico nas parcelas pode ter interferido nos resultados, onde por mais que os pousios não tivessem a cobertura do solo com palhada como fonte de energia para os microrganismos, eles

tinham a cama de aves para compensar e, a quantidade de água fornecida através da irrigação era igual para todos os tratamentos.

Desta forma, segundo alguns pesquisadores, tanto no Brasil como fora dizem que a RBS sofre interferência de fatores como as oscilações de temperatura e umidade do solo (FIERER et al., 2003; RAICH E SCHLESINGER, 1992; SHABAGA et al., 2015; THAKUR et al., 2015; WEBSTER et al., 2008; YU et al., 2015), ou seja, esses fatores externos são os que mais influenciam no metabolismo microbiano.

A própria matéria orgânica não acumulada ao solo também pode ser um fator limitante por estarmos em um SPDH em fase inicial de implantação, não temos ainda agregação dos tratamentos com plantas de cobertura, tais como as raízes em decomposição, resíduos de cobertura oriunda de palha em diferentes estágios de decomposição, entre outros que venham proporcionar elevada população da microbiota na rizosfera em diferentes períodos de coleta/ano. Corroborando, Cervantes et al. (2014), no dizem que os resíduos culturais sobre a superfície do solo estimulam RBS, devido a diminuição da oscilação de temperatura e umidade do solo e, em áreas que adotam esse sistema a mais tempo, os benefícios da atividade microbiana tendem a ser mais expressivos e consistentes.

As variáveis relativas à cultura da abobrinha de tronco sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura estão apresentadas na Tabela 9. Nas análises para a abobrinha-de-tronco, a massa média dos frutos foi de 531,4 g, com variação de 73,8 g entre os tratamentos testados, valores estes próximos da média apresentada pela cultura que é de 500 g, não havendo diferenciação significativa entre os tratamentos.

Fernandes, Sobreira e Fernandes (2021) ao avaliar a massa do fruto também não encontraram diferenciação estatística entre os tratamentos sob diferentes dosagens de biofertilizantes aplicados em abobrinha-de-tronco. Já Barbosa, Brasil e Gentil (2021) encontraram significância para a massa dos frutos com o uso de fertilizantes minerais, apresentando uma média de 499,78 g fruto⁻¹ entre os tratamentos, variando entre 414,83 g e 574,17 g planta⁻¹.

Tabela 9 – Médias da circunferência, comprimento e massa dos frutos de abobrinha-de-tronco, em ciclo subsequente ao brócolis, sobre os resíduos remanescentes das plantas de cobertura do solo, sob plantio direto orgânico. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.

TRATAMENTOS	Circunferência (cm)	Comprimento (cm)	Massa (g)
Milheto	21,7 ^{ns}	17,1 ^{ns}	511,7 ^{ns}
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	22,4	16,7	517,9
<i>Crotalaria spectabilis</i>	22,9	16,9	549,1
Feijão-guandu	22,8	17,4	558,9
Feijão-de-porco	22,8	17,6	580,0
Mucuna-preta	22,0	17,0	507,5
Pousio com roçada	22,3	16,7	506,2
Pousio convencional	22,4	16,8	519,9
CV (%)	3,8	3,4	7,4

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No presente estudo, a circunferência média dos frutos de abobrinha foi de 22,4 cm, com ausência de diferença significativa entre os tratamentos testados (Tabela 9). A variação nos valores das circunferências foi de 21,7 a 22,9 cm, para o milho e *C. spectabilis*, respectivamente. Saeid e Mohammed (2015) obtiveram resultados significativos para o diâmetro dos frutos desta cultura testados em diferentes tipos de coberturas do solo, sendo os maiores valores obtidos de 4,05 e 3,96 cm com o uso de plástico transparente sobre o solo.

Ao analisar diferentes dosagens de biofertilizante, Silva (2021) obteve médias de diâmetro do fruto de 5,28 cm, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. No presente estudo não houve aplicação de adubação para esta cultura, sendo cultivada apenas sobre os restos culturais existentes no campo e mineralização da adubação orgânica aplicada no brócolis.

Para o comprimento dos frutos de abobrinha de tronco, de mesmo modo não houve influência significativa dos resíduos culturais das plantas de cobertura (Tabela 9), as médias variaram de 17,6 a 16,7 cm, para feijão-de-porco, *C. ochroleuca* e pousio com roçada, respectivamente. É notório que não há uma grande variação de medidas entre as médias do comprimento devido a padronização no momento da colheita, visando o padrão que é comercializado, conforme já citado anteriormente. Em

avaliação de seus frutos de abobrinha colhidos conforme padrão comercial, Silva (2021) encontrou uma média estimada em 17,86 cm.

A variável produtividade é uma das mais importantes devido a demanda comercial e retorno econômico para os produtores rurais. Todavia, para o primeiro ano de condução, os dados do presente estudo não sofreram influência significativa dos diferentes tratamentos testados (Tabela 10), com produções entre 1,394 a 2,484 kg por planta, e produtividade entre 14.870 e 31.059 kg ha⁻¹ de frutos comerciais de abobrinha. Atualmente a produtividade média nacional de abobrinha é de 20.000 kg ha⁻¹ e, a média de produção encontrada foi superior à média nacional, atingindo quase 24.000 kg ha⁻¹.

Tabela 10 – Produção de frutos de abobrinha-de-tronco por planta e produtividade por área, em cultivo subsequente ao brócolis, sobre resíduos remanescentes de plantas de cobertura em plantio direto orgânico. UTFPR – *Campus Santa Helena* – PR, 2021.

TRATAMENTOS	Produção planta (kg)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Milheto	1.558,3 ^{ns}	19.479,4 ^{ns}
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	2.386,4	29.829,7
<i>Crotalaria spectabilis</i>	2.468,6	30.857,4
Feijão-guandu	1.394,1	17.426,8
Feijão-de-porco	2.484,8	31.059,6
Mucuna-preta	1.189,7	14.870,7
Pousio com roçada	1.487,3	18.590,9
Pousio convencional	2.296,9	28.711,2
Média	1.908,3	23.853,2
CV (%)	38,55	38,55

^{ns}, respectivamente, não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para Saeid e Mohammed (2015) o cultivo de abobrinha-de-troco apresentou significância na produtividade em tratamentos com cobertura do solo com plantas, quando comparados aos pousios, com médias variando de 4,5 e 2,28 kg planta⁻¹ e de 65.680 e 33.360 kg ha⁻¹ (MONTEIRO et al., 2007)

Mesmo comparando o comportamento de seis espécies de plantas de

cobertura e dois pousios em um primeiro ano de implantação do SPDH, cultivadas durante o verão, seguido do cultivo de brócolis e posteriormente de abobrinha-de-tronco, Melo, Madeira e Peixoto (2010) também não obtiveram resultados significativos de médias para as cultivares produtivas em relação às plantas de cobertura analisadas.

Em outro estudo com prazo maior de implantação de um SPDH, Souza et al. (2021) ao cultivar cebola durante 8 anos, teve resultados produtivos promissores, com exceção do primeiro ano de implantação, não apresentando diferenciação da testemunha (plantio convencional).

Por se tratar de um estudo de implantação de um SPDH em estágio inicial, na conversão de uma área que anteriormente havia a produção de grãos e posteriormente foi tomado pastagens e PD nativas, sabe-se que os benefícios do SPDH começam a aparecer ao longo dos anos, passando por um período de transição (NICHOLS et al. 2019), até que chegue a consolidação do sistema para que se tenha o aumento e estabilização da produção de hortaliças ao longo dos anos (SOUZA et al., 2021).

Além disso, a adoção do SPDH reduz significativamente riscos causados por intempéries climáticas como eventos extremos de precipitação, estiagens ou picos de temperatura (LIMA E MADEIRA, 2013). Durante a condução deste trabalho, principalmente no período de altas temperaturas e estiagem, esses fatores acabaram afetando o andamento do experimento na produção das plantas de cobertura de verão. Sobretudo, não foi possível identificar os efeitos destes eventos climáticos sobre o SPDH devido o mesmo ainda não apresentar consolidação, sendo notados com mais facilidade em estudos de longo prazo com áreas em estágios mais avançados de desenvolvimento do SPDH.

5 CONCLUSÕES

O milho apresenta rápido crescimento e elevada taxa de cobertura do solo aos 28 DAE, similar ao feijão-de-porco e mucuna-preta.

As plantas de cobertura de verão promovem aos 42 DAE proteção do solo, superiores a 89% pelo desenvolvimento vegetativo.

O milho e feijão-de-porco apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas testadas, com aporte superior a 36.000 kg ha⁻¹ de MV ao sistema.

O uso da poácea como planta de cobertura de verão proporciona adição de elevadas quantidades de MS ao sistema SPDH e manutenção de resíduos remanescentes em superfície.

Dentre as fabáceas, as crotalárias e o feijão-de-porco apresentam aporte de quantidades superiores a 7.500 kg ha⁻¹ de MS ao solo. E o Feijão-guandu possui potencial de manutenção dos resíduos sobre o solo a longo prazo, porém baixa produção de MS.

Sobre a palhada da *C. ochroleuca* as plantas de brócolis apresentam atraso no desenvolvimento vegetativo.

O feijão-de-porco favoreceu antecipação na emissão de inflorescências aparentes e o diâmetro de inflorescência.

O feijão-de-porco, *C. spectabilis* e a mucuna-preta promovem produtividade do brócolis superior a 18 t ha⁻¹.

A atividade respiratória dos microrganismos do solo, não sofreu influência dos sistemas.

A cultura da abobrinha-de-tronco produziu mais que 30 t ha⁻¹ nos tratamentos do feijão-de-porco e da *C. spectabilis*.

Para as plantas de interesse comercial, o tratamento com o feijão-de-porco foi o que teve melhores resultados.

Independente do manejo utilizado, o SPDH não afeta negativamente a produção das culturas comerciais, trazendo maior produtividade, que é o enfoque do produtor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente procura e a necessidade de aprimorar sistemas sustentáveis de produção de hortaliças tanto do ponto de vista socioeconômico como ambiental é fundamental, em especial com alternativas e tecnologias adequadas para atender a demanda de pequenos produtores da agricultura familiar. O uso de plantas de cobertura tornou-se imprescindível em rotação de cultivos de exploração comercial, para conservação dos solos e melhoria dos sistemas produtivos a longo prazo.

O SPDH é uma alternativa promissora para a região Oeste do Paraná, com resultados que mostram ser promissores mesmo em áreas com fase inicial de implantação do sistema, sob condições de conversão para o cultivo orgânico de hortaliças, pois mostrou resultados satisfatórios mesmo em solos inicialmente com baixo teor de MO, condições climáticas atípicas, de elevadas temperaturas, baixa precipitação durante o desenvolvimento das plantas de cobertura.

Desta forma, vale ressaltar a rápida proteção do solo com a produção de biomassa das plantas de cobertura, tanto da MV e da MS, para atividade biológica no solo realizando a sua recuperação possibilidade de maiores benefícios em relação a proteção do solo, agregação de qualidades às características químicas, físicas e biológicas, e por consequência, estabilidade e/ou elevação da produtividade das hortaliças sobre o sistema.

Por fim, a produtividade do brócolis e da abobrinha-de-tronco em sistema de manejo orgânico apresentaram-se satisfatórios em relação à produtividade e qualidade das inflorescências e frutos para comercialização. Sendo assim, a transição e consolidação do SPDH vem a contribuir a longo prazo, e se mostra uma excelente alternativa para o cultivo de brássicas e cucurbitáceas, uma vez que pode beneficiar além da produção de interesse comercial, o sistema produtivo como um todo, representando uma agregação de vantagens.

É fundamental a necessidade de continuar estudos com SPDH na região, visto que é uma técnica pouco utilizada devido à falta de conhecimento técnico adequado a realidade dos produtores, havendo a necessidade de gerar e transferir as informações obtidas a partir da pesquisa, como forma de fortalecer e estimular a adoção pelo sistema.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. de. **As vantagens da adubação verde**; Embrapa Hortaliças; Publicado em 2009. Disponível em: <www.e-campo.com.br>. Acesso em: 19/05/2020.

ALGERI, A.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; REIS, R. D. G. E. Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e crotalaria cultivados em cultura pura e consorciados. **Global Science and Technology**, V.11 N. (2). 2018

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, P711-728. 2013.

ALVES, M. DA S. **Plantas de cobertura no manejo de invasoras, no estoque de carbono do solo e na produtividade do guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas. 75 f. 2022.

ALVES, M. V.; BORTONCELLO, S.; REBELATTO, E. M.; SRICIGO, J. G.; MICHELON, I.; NESI, C. N. Plantas de cobertura de inverno e disponibilização de nutrientes. II Circuito Regional de Pesquisa, inovação e desenvolvimento da Universidade do Oeste de Santa Catarina. 2021.

AMADO, T. J. C.; FIORIN, J. E.; ARNS, U.; NICOLOSO, R. Da S.; FERREIRA, A. De O. Adubação verde na produção de grãos e no sistema de plantio direto. *In*: LIMA FILHO, O. F de; AMBROSANO, J. E.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 2, cap.16, p.81-125.

AMARAL, A. DAS G.; FRANÇA, A. F. DE S.; LIMA, M. L. M.; LOBO, U. G. M.; CAIXÊTA, K. O.; PEREIRA E SOUSA, L. L. J. M.; BRANDÃO, B. M.; SILVA, L. P. DA. Efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada sobre o teor de clorofila, dinâmica do perfilhamento, e composição morfológica em cultivares de milheto no Cerrado. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.4, p.21643-21659. Abr, 2020.

AMBROSANO, E. J.; SALGADO, G. C.; OTSUK, I. P.; PRATI, P.; HENRIQUE, C. M.; MELO, P. C. T. de; Organic cherry tomato yield and quality as affect by intercropping green manure. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.40, n.1, maio 2018.

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**. v. 8, p. 325-380, 2013.

ARAÚJO, L. DA S.; DA CUNHA, P. C. R.; SILVEIRA, P. M.; DE SOUSA NETTO, M.; DE OLIVEIRA, F. C. Potencial de cobertura do solo e supressão de tiririca (*Cyperus rotundus*) por resíduos culturais de plantas de cobertura. **Revista Ceres**, 62 (5), p.483-488, 2015.

ARF, O. SILVA, L. S. da; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.323-334, 1999.

ASSIS, R. L de; FREITAS, R. S. de; MASON, S. C. Pearl millet production practices in Brazil: a review. **Experimental Agriculture**, v. 54, n. 5, p. 699-718, 2018.

BALDUINO, B. C. G.; MANOEL, E.; QUEVEDO, L.; ESCOBAR, M.; SILVA, R. F. DA; Plantas de cobertura e seus efeitos no cultivo de cebola em bases agroecológicas. **Anais**. XII Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão. Universidade Federal da Grande Dourados. Campo Grande, MS, 25 e 26 de setembro de 2018.

BARBOSA, K.; BRASIL, G. B.; GENTIL, K. T. Cultivo da abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) submetida à adubação mineral NPK e bactérias condicionadoras do solo. **Journal of interdisciplinar debates**. V. 2, n. 4, 2021. P. 327-375.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso de adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. **Circular técnica**. In: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Aracaju – SE. dezembro, 2001.

BERTOLINO, K. M.; DUARTE, G. R. B.; VALADARES E VASCONCELOS, G. M. P. DE; BOTREL, E. P.; Desempenho de crotalária consorciada com milheto na produção de biomassa. **For Science**. Formiga, v. 9, n. 1, jan/jun, 2021.

BIOLABORE – COOPERATIVA DE TRABALHO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DO PARANÁ. Famílias de Santa Helena recebem certificação de produção orgânica. Publicado em 24/05/2021. Disponível em: <http://biolabore.org/site/noticia/familias_de_santa_helena_recebem_certificacao_de_producao_orgonica.html> Acesso dia 12/07/2021.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de 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**, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 2, p. 83-87, 2004.

BURLE, M. L. et al. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

BUSO, W. H. D.; HORÁCIO, L. F.; ARNHOLD, E.; FRANÇA & A. F.S. Produção de Massa Verde de Cultivares de Milho Submetidos a Doses Crescentes de nitrogênio. **Anais**. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. P. 2258 – 2261, 2010.

CALEGARI, A. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1 (507p.).

CAMARGO FILHO, W. P. DE; CAMARGO, F. P. DE; Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. **Informações Econômica**, v.38, n.3, p.27-36, 2008.

CANELLAS, L. P.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; REZENDE, C. E.; CAMARGO, P. B.de; ZANDOMADI, D. B.; RUMJANEK, V. M.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; BRAZFILHO, R. Organic matter quality in a soil cultivated with perennial herbaceous legumes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 53-61, jan./fev., 2004.

CARPES, R. H. Variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana e de tomate e o planejamento experimental. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Agronomia) Centro de Ciências Rurais, Universidade Rural de Santa Maria, Santa Maria. 2018. 92p.

CARVALHO, A. M. DE; AMABILE, R. F. **Cerrado Adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369p.

CARVALHO, M. L.; VANOLLI, B. DA S.; SCHIEBELBEIN, B. E.; BORBA, D. A. DE; LUZ, F. B. DA; CARDOSO, G. M.; BORTOLO, L. DE S.; MAROSTICA, M. E. M.; SOUZA, V. S. **Guia prático de plantas de cobertura: Aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Maurício Roberto Cherubin (Org). Piracicaba: ESALQ-USP, 2022.

CASÃO JÚNIOR, R.; ARAUJO, A. G. DE; LLANILLO, R. F.; **Plantio direto no Sul do Brasil**: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista. Londrina: IAPAR, 2012.

CASTRO, L. DA S.; LEMES, J.; SANTOS, M. S.; SEABRA JÚNIOR, S.; BORGES, L. DA S.; Desempenho de cultivares de brócolis de inflorescência única, produzidas em condições de altas temperaturas. **Revista Cultivando o Saber**. V. 11, n. 2, p. 95-107. Abril a junho, 2018.

CERVANTES, V. N. M.; LAMACHITA, R. M.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; **Respiração basal e atividades enzimáticas em solo com diferentes tempos de adoção do sistema plantio direto**. Embrapa Soja. Londrina, 2014.

COELHO, N. C. O.; XAVIER, B. H. M.; LOPES, B. M.; GONÇALVES, M. A. S.; SOUZA, R. R. I. O.; MATA, E. L. O.; JESUS, W. C. S.; PARREIRA, M. C.; Adoção do adubo verde na agricultura familiar no baixo Tocantins. **Revista Craibeiras de Agroecologia**. v.4, Suplemento, p. e9970, 2019.

COLOMBARI FILHO, J.M.; Melhoramento genético de *Cucurbita pepo* (“abobrinha”). **Seminários em Genética e Melhoramento de Plantas**. Departamento de Genética da Universidade de São Paulo: ESALQ, Piracicaba, SP. 2006.

COTRIM, M. F.; SILVA, J. B. Da; LOURENÇO. F. M. Dos S.; TEIXEIRA, A. V.; GAVAL, R.; ALVES, C. Z.; CÂNDIDO, A. C. Da S.; CAMPOS, C. N. S.; PEREIRA, M. D.; TORRES, S. B.; BACCHETTA, G.; TEODORO, P. E. Studying the link between physiological performance of *Crotalaria ochroleuca* and the distribution of Ca, P, K and S in seeds with X-ray fluorescence. **Plos One**, v. 14, n. 9, set. 2019.

DANTAS, E. F.; FREITAS, A. D. S. De; LYRA, M. Do C. C. P. De; SANTOS, C. E. De R. E S.; CARVALHO NETA, S. J. De C.; SANTANA, A. C. De A.; BEZERRA, R. De V.; SAMPAIO, E. V. De S. Biological fixation, transfer and balance of nitrogen in passion fruit (*Passiflora edulis Sims*) orchard intercropped with different green manure crops. **Australian Journal of Crop Science (AJCS)**, v. 13, n. 3, p. 465–471, 2019.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A. Adubação verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. (Ed.). Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p. 225-242.

DELAZERI, J. V. S.; VALADÃO, F. C. DE A.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; HERKLOTZ, B.; BERTONCELLO, L. R.; SILVA, J. L.; VIEIRA, A. DE O.; Desempenho agrônômico de milho e crotalaria cultivados em sistemas solteiro e consociado. **Ciencia del**

Suelo. Argentina, v. 38, n. 2, p. 212-223, 2020.

DIAS, M. M.; MACIEL, A. L. DE R.; ANUNCIÇÃO, G. DA C. F. "Avaliação da fertilidade do solo cultivado com cafeeiro cv. Rubi em consórcio com leguminosas na região sul de Minas Gerais. " **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Araxá, 2011.

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

DIONISIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; Respiração Microbiana. In: **Guia prático de biologia no solo**. Embrapa Semiárido, Petrolina, 2016.

DÖBEREINER, J. A importância da fixação biológica de nitrogênio para a agricultura sustentável. **Biotecnologia Ciência**, 2-3. 1997.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 723–732, 2008.

DUTRA, G.R.D. **Adubos verdes**: sua produção e modo de emprego. Campinas: Instituto Agrônomo, 1919. 76p.

EMBRAPA. **A cultura do brócolis**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 162 p.

EMBRAPA FLORESTAS et al., Mapa simplificado de solos do estado do paraná. 2012. Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/mapa_solos_pr.pdf> Acesso em 14/07/2021.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Sistema de plantio direto de hortaliças: produtividade e sucesso na lavoura. **Canal do Horticultor**. Publicado em 11/10/2018. Disponível em: <<https://canaldohorticultor.com.br/sistema-de-plantio-direto-de-hortalicas-produtividade-do-solo-garante-sucesso-da-lavoura/>>

ERNANI, P.R.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 25, n. 4, p. 897-904, 2001.

ESPÍNDOLA, J. A. A; GUERRA, J. G. M; ALMEIDA, D. L. de. Uso de Leguminosas Herbáceas para Adubação Verde. In: Adriana Maria de Aquino; Renato Linhares de

Assis. (Org.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, v. 2, p. 435-451.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; ABBOUD, A. C. S. **Adubação verde com leguminosas**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J.G. M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. L.; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R. N. B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.415-420, 2006.

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v 28, 2004.

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

FERNANDES, C. N. V.; SOBREIRA, A. E. A.; FERNANDES, C. N. D. Uso de biofertilizantes no cultivo da cultura da abobrinha. In: **Gestão, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Anny Kariny Feitosa (Org.) – Fortaleza: Aliás, 2021. P. 161-170.

FERREIRA, D. F.; Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, UFLA, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, F.A. Efeito do clima sobre as brássicas. **Informe Agropecuário**, 9,12-14. 1983.

FIERER, N.; ALLEN, A. S.; SCHIMEL, J.; HOLDEN, P. A. Controls on microbial CO₂ production: a comparison of surface and subsurface soil horizons. **Global Change Biol.** 2003; 9: 1322–1332.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. DE; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K. DE; MORAES, S. R. G. DE; TEIXEIRA, C. M.; Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**. vol.24 no.2 Brasília, Abril/Junho, 2006.

FORMENTINI, E. A. (org); LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3718/1/cartilha-adubacao-verde-compostagem.pdf>> Acesso dia 28 de maio de 2020.

FREITAS, B. B. DE; PAULETTO, D.; SOUSA, I. R. L. DE; Crescimento inicial e biomassa de espécies utilizadas como adubação verde em sistema de aleias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.15 n.1, jan-mar, p. 20-27, Pombal, 2020.

GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A. O. (Ed.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics** (STASAT). Ibadan: College Press, v.2, p.125-140, 2004.

HASKEL, M. K. **Atributos físicos do solo conduzido sob Escarificação mecânica, biológica e plantio direto**: uma influência na produtividade biológicas das culturas. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra**. Censo Agropecuário 2017. Tabela 6954 - Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6954>> Acesso dia 10/07/2021.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S.; The effects of biocidal treatments on metabolismo in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology & Biochemistry**. Oxford, v.8, n.3, p. 209-213, 1976.

JESUS, E.L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Proposta**, Rio de Janeiro, v.27, p.34-40, 1985.

KANO, C., GODOY, A.R., HIGUTI, A.R.O., CASTRO, M.M., CARDOSO, A.I.I., 2008. Produção de couve-brócolo em função do tipo de bandeja e idade das mudas. **Ciência e Agrotecnologia**, 32, 110-114.

KARYOTI, A.; BARTZIALIS, D.; SAKELLARIOU-MAKRANTONAKI, M.; DANALATOS, N. Effects of irrigation and green manure on corn (*Zea mays* L.) biomass and grain yield. **Journal of soil science and plant nutrition**, v.18, 2018.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006.

KÖPPEN W., 1900: Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Geogr. Zeitschrift**, 6, 657–679.

KRENCHINSKI, F. H., CESCO, V. J. S., RODRIGUES, D. M., ALBRECHT, L. P., WOBETO, K. S., & ALBRECHT, A. J. P. Desempenho agrônômico de soja cultivada em sucessão a espécies de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 53(8), 909-917. 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 topo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.3, p.260-363, 2010.

LEDUR, C. L.; **Uso de plantas de cobertura no período outonal e seu efeito sobre os atributos físicos do solo e a produtividade do trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia. 53 f. Cerro Largo, RS, 2017.

LEITE, L. F. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 01, p. 2935, 2010.

LEITE, P. **Mundo boa forma**. 16 alimentos ricos em água. Disponível em: <<https://www.mundoboforma.com.br/16-alimentos-ricos-em-agua/>> Acesso dia 16 de março de 2022. Atualizado em 17/12/2019.

LIMA, A. P.; MULLER JÚNIOR, V.; ZANELLA, M.; FAYAD, J. A.; LOVATO, P. E.; COMIN, J. J. O Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) como ferramenta de transição agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**. Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul, 2018.

LIMA, C. E. P.; MADEIRA, N. R. **Sistema de plantio direto em hortaliças (SPDH)**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 2013.

LIMA, C. E. P.; MADEIRA, N. R.; DA SILVA, J.; FONTENELLE, M. R.; CASTRO E MELO, R. A.; GUEDES, I. M. R.; **Benefícios da Adoção do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**. (Documentos). Brasília: DF. Embrapa Hortaliças, 2017.

LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.507-513, 2001.

LUNA, D. V.; LARA-RODRÍGUEZ, D. A.; SÁNCHEZ, A. J.; PRIETO, L. A. D.; SILVESTRE, M. G. V. Tropical legumes as improvers of rangeland and agricultural soils. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.22, n.1, 2019.

MAFRA, A. L.; COMIN, J. J.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. V. H.; LOVATO, P. E.; WILDNER, L. de P.; Iniciando o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: adequações do solo e práticas de cultivo. In: **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modo de produção**. 1.ed. – São Paulo: Expressão Popular, 2019. 215-226. 432 p.

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> > Acesso dia 16/07/2021

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura Familiar**. Publicado em 26/08/2019. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1> > Acesso dia 07/07/2021.

MASCARENHAS, H. A. A.; WUTKE, E. B. Adubação, nutrição e fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento dos adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F de; AMBROSANO, J. E.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. vol. 1, cap.5, p.191-224.

MATTAR, E. P. L.; DE MORAES, M. D.; FRADE JUNIOR, E. F.; ALÉCIO, M. R.; ORTEGA, G. P. Sistema de Cultivo em aléias. **Manual Técnico**, 2013.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; LIMA, C. E. P.; Produção de Brássicas em Sistema de Plantio Direto. **Circular Técnica 151**. EMBRAPA - Brasília, DF. Maio, 2016.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p.23-28, 2010.

MONTEIRO, R. O. C. et al. Aspectos produtivos e de qualidade do melão sob gotejo subterrâneo e “mulching” plástico. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 29, n. 4, p. 453–457, 2007.

MORAES, R. N. S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em**

plantio direto. 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MORAES, S. T. P. DE. **Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) visando estimativa de fitomassa de adubos verdes**. Dissertação (Mestrado) USP – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2020.

MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARANI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JÚNIOR, F. G. G.; Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, p. 199-206, 2005.

NEGRINI, A. C. A.; Desempenho de alface (*Lactuca sativa* L.) consorciada com diferentes adubos verdes. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2007. 113f.

NICHOLS, C. I.; ALTIERI, M. Á.; VASQUEZ, L.; VENTURA, B. S.; FERREIRA, G. W.; COMIN, J. J. Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: Princípios de transição para sistemas de produção agroecológicos e redesenho de propriedades familiares. In: FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J., MAFRA, A.; MARCHESI, D. R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: Método de transição para um novo modo de produção**. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular. 2019.

NICOLAU SOBRINHO, W.; SANTOS, R. V. DOS; MENEZES JÚNIOR J. C.; SOUTO, J. S. Acúmulo de nutrientes nas plantas de milheto em função da adubação orgânica e mineral. **Revista Caatinga**, v.2, n.3, p. 107-110, jul-set, 2009.

OLIVEIRA, F. C. DE; GEISENHOF, L. O.; ALMEIDA, A. C. DOS S.; JORDAN, R. A.; LAVANHOLI, R.; NIZ, A. I. S. Produtividade do brócolis de cabeça em função do espaçamento de cultivo. **Revista Agrarian**. V. 11, n. 40, p. 132-139. Dourados, 2018.

OLIVEIRA, F. L. de et al. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p. 184-188, 2005.

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, p. 1079-1087, 2002.

PACHECO, L. P. et al. Desempenho de plantas de cobertura em sobres semeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PACHECO, L. P.; MIGUEL, A. S. D. C. S.; SILVA, E. M. B.; SOUZA, E. D. DE; SILVA, F. D. DA. Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 464–472, 2015.

PADOVAN, M. P. **Conversão de sistemas de produção convencionais para agroecológicos: novos rumos à agricultura familiar**. Dourados-MS: Edição do Autor, 2006. 119 p.

PADOVAN, M. P.; ALOVISI, A. M. T.; Plantio direto de repolho sobre a palhada de adubos verdes num sistema sob manejo orgânico. Resumos do V Congresso Brasileiro de Agroecologia - Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Outubro de 2007, Vol.2 No.2

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. DE S.; CARNEIRA, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMÃO, G. DE B. Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pelo milho para fins de adubação verde em sistema de produção sob bases ecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.7, p. 95-103, 2012

PAIN, C.; MICHELON, I.; MIGLIAVACCA, S. C.; SCHAEFER, A. C.; NESI, C. N.; ALVES, M. V.; Potencial de adubos verdes de verão na produção de massa seca, massa verde e cobertura do solo. **Anais**. Seminário de Iniciação Científica. Circuito Regional do XXVI Seminário de Iniciação Científica e XIII Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão / Universidade do Oeste de Santa Catarina – Joaçaba, SC: Editora Unoesc, 2020.

PAULINO, G. M.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; COSTA, G. S.; ARAÚJO CARNEIRO, J.G. Desempenho da gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.781-789, 2011.

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. 2007. 72f. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia.

PEREIRA, J.; BURLE, M. L.; RESCK, D. V. S. 1992. **Adubos verdes e sua utilização no cerrado**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia, GO. *Anais...* Campinas: Fundação Cargil, p. 140-154.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R.; Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleraceae L.* var. *Italica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays L.*). **Ciência Rural**. vol.34, no.6, Santa Maria, Nov./Dez. 2004

PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização com cobertura viva permanente de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol. 30, n. 1/2, p. 38-4, 2000.

PFÜLLER, E. E.; SANTOS, D. B.; AIRES, R. F.; SAMANIEGO, M. D. P. G.; Aspectos fenológicos e produtividade de verão para cobertura do solo em Vacaria, RS. **Investigación Agraria**. v. 21, n. 1, San Lorenzo, June 2019.

PIETERS, A. J. Green manuring. **Principles and practices**. New York: John Wiley, p.10-16, 1927.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; RODRIGUES, J.A. S.; MACEDO, C. H.O.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. DE F.; BEZERRA, H. F. C. & PERAZZO, A. F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol. 14, n. 3, p. 426-436, 2013.

PÔRTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C. A.; ARRUDA, J. A. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, v. 71, n. 2, p. 190-195, 2012.

QUEIROGA, R. C. DE; 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, p.550-556, 2007.

RAICH, J. W.; SCHLESINGER, W. H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. **Tellus**. 1992; 44 (2): 81–99.

RAMOS, S. R. R. et al. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G. Métodos de determinação da cobertura foliar da infestação de plantas daninhas e da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.34, p.13-18, 2004

ROCHA, M. V. DE C. **Cultivo de brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*) em sucessão a adubos verdes, sob manejo orgânico**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017. 46 f.

ROLOFF, G.; BERTOL, O.J. Método para a estimativa da cobertura do solo e da altura de algumas culturas de verão. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 319-327,

1998.

ROMANELLI, F. Mucunas são indicadas para recuperação de solos degradados e controle de daninhas. Publicado em 12/04/2019. Disponível em: <<https://pirai.com.br/mucunas-sao-indicadas-para-recuperacao-de-solos-degradados-e-controle-de-daninhas/#:~:text=As%20mucunas%20%E2%80%93%20cinza%20e%20preta,%2C%20at%C3%A9%20180%20kg%2Fha>> Acesso dia 28 de maio de 2020.

RUGARE, J. T.; PIETERSE, P. J.; MABASA, S. Effect of short-term maize–cover crop rotations on weed emergence, biomass and species composition under conservation agriculture. **South African Journal of Plant and Soil**, 2019.

SAEID, A.; MOHAMMED, G. The Effect of Color Plastic Mulches on Growth, Yield and Quality of Two Hybrids of Summer Squash (*cucurbita pepo* l.). **Science Journal of University of Zakho**, v. 3, n. 1, p. 113–118, 2015.

SANT'ANNA, L. C.; **Avaliação da composição química da semente de abóbora (*Cucurbita pepo*) e do efeito do seu consumo sobre o dano oxidativo hepático de ratos (*Rattus norvegicus*)**. Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC – Florianópolis, SC – 2006.

SANTANA, T. C. DE C.; **Brócolis japonês sob diferentes adubações**. Monografia (Graduação em Agronomia), Instituto Federal Goiano. Ceres, 2021.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. DA; CARVALHO, M. A. C. DE; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 123–134, 2010.

SCHIAVON JÚNIOR, A. A.; **Produtividade e qualidade de brócolo em função da adubação e espaçamento entre plantas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, *Campus* de Jaboticabal, São Paulo, 2008. 67 f.

SEABRA JÚNIOR S. **Influência de doses de nitrogênio e potássio na severidade à podridão negra e na produtividade de brócolis tipo inflorescência única**. Botucatu: UNESP, 2005. 90 p. (Tese doutorado).

SEDIYAMA, M.A.N., SANTOS, I.C., LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p. 829- 837, nov/dez, 2014.

SHABAGA, J. A.; BASILIKO, N.; CASPERSEN, J. P.; JONES, T. A. Seasonal controls

on patterns of soil respiration and temperature sensitivity in a northern mixed deciduous forest following partial-harvesting. **Forest Ecol. Manag.** 2015; 348: 208–219.

SHISHIDO, S. I.; **Desempenho agrônômico de híbridos de brócolis de cabeça única em função do espaçamento na região de Ponta Grossa – PR.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG. Ponta Grossa, 2019. 28 f.

SILVA, G. H. DA; **Abobrinha italiana cultivada com diferentes coberturas do solo e áreas molhadas.** Universidade Federal de Viçosa (Dissertação) – Viçosa, MG, 2018. 66f.

SILVA, K. F. MENEZES, F. M. N.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, N. L.; GUEDES, F. L. G.; POMPEU, R. C. F. F. & SOUZA, H. A. Produção, clorofila e eficiência do uso da água em milho cultivado em solo de área degradada. **Revista Brasileira de Geografia Física.** vol. 8, n. 4, p. 573- 584, 2015.

SILVA, L. F. DE; **Doses de biofertilizante bovino na cultura da abobrinha.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2021. 55 f.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. DE M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; DE FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. P. DE B.; LACERDA, M. C. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021.

SILVA, P. N. L.; SOUZA, L. G.; REDIGOLO, M. V. N.; CARDOSO, A. I. I. Produção de brócolis em função das doses de nitrogênio e potássio na fertirrigação das mudas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 4, p. 61-67, out/dez. 2018.

SILVA, V. V.; **Effects of cover crop as green manure on Broccoli (*Brassica oleraceae* L. var. *Italica* Plenck) in no-tillage system.** 102 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M. da; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, 2012.

SOUZA, B. J.; **Adubação Verde**: uso por agricultores agroecológicos e o efeito residual no solo. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa. Dissertação. Viçosa – MG, 2014.

SOUZA, M.; MÜLLER JÚNIOR, V.; KURTZ, C.; DOS SANTOS VENTURA, B.; LOURENZI, C. R.; LAZZARI, C. J. R.; FERREIRA, G. W.; BRUNETTO, G.; LOSS, A.; COMIN, J. J. Soil chemical properties and yield of onion crops grown for eight years under no-tillage system with cover crops. **Soil and Tillage Research**, vol. 208, 2021

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C.; Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Fitotecnia**. Bragantia, v. 65, n. 1, 2006.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, vol. 30, n. 1, p. 55-64, 2012.

TEODORO, M. S.; CASTRO, K. N. D. C.; MAGALHÃES, J. A. Assessment of legumes with potential use as green manure in the coastal tablelands of piauí state, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 584–592, 2018.

THAKUR, M. P.; MILCU, A.; MANNING, P.; NIKLAUS, P. A.; ROSCHER, C.; POWER, S. Plant diversity drives soil microbial biomass carbon in grasslands irrespective of global environmental change factors. **Global Change Biol.** 2015; 21 (11): 4076–4085.

TIMM, F. T.; FOLLADOR, K. R.; FANEZE, L. S.; MACHADO, G. R.; DUARTE, T. DA S.; NASCIMENTO, P. C. DO; Sistema de plantio direto de hortaliças em hortas orgânicas de estudo no Assentamento Filhos de Sapé, em Viamão/RS. **Cadernos de Agroecologia**. Anais da Reunião Técnica sobre Agroecologia – Agroecologia, Resiliência e Bem Viver – Pelotas, RS – v. 17, n. 3, 2022

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 32:1609-1618, 2008.

TORRES, J. L. R.; SILVA, M. G. DE S.; CUNHA, M. DE A.; VALLE, D. X. P.; PEREIRA, M. G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de cobertura no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 27, n. 3, p. 247-253, jul-set, 2014.

TREVISAN, J. N. **Crescimento, desenvolvimento e produção de brócolis de cabeça única**. Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013. 105 p.

VARATHARAJAN, T.; CHOUDHARY, A. K.; POONIYA, V.; DASS, A.; HARISH, M. N. Integrated crop management practices for enhancing productivity, profitability, production- efficiency and monetary-efficiency of pigeonpea (*Cajanus cajan*) in Indo-Gangetic plains region. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 89, n. 3, p. 559–563, 2019.

VIGIER, B.; CUTCLIFFE, J.A. Effect of boron and nitrogen on the incidence of hollow stem in broccoli. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.157, 303-308, 1987

WEBSTER, K. L.; CREED, I. F.; BOURBONNIÈRE, R. A.; BEALL, F. D. Controls on the heterogeneity of soil respiration in a tolerant hardwood forest. **J. Geophys. Res. Biogeosci.** 2008; 113 (3): G03018.

WOLSCHICK, N. H.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; SANTOS, K. F.; SOUZA, W. R.; BAGIO, B. (Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 2016 p. 134- 143.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F. CARLOS, J. A. D. (Org.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Fundamento e Práticas – Volume I, Brasília: EMBRAPA, 2014. Cap.3, p.59-168

YU, L.; WANG, Y.; WANG, Y.; SUN, S.; LIU, L. Quantifying components of soil respiration and their response to abiotic factors in two typical subtropical forest stands, southwest China. **PLoS ONE**. 2015; 10 (2): e0117490.

ANEXOS

ANEXO A – Análise química de fertilidade do solo realizada da área experimental da UTFPR, *Campus Santa Helena* – PR.



Av. Rocha Pombo, 170 - Jd. Gramado
 Cascavel - PR CEP 85.816-540
 Telefone / Fax: 45 3227 1020
 CNPJ: 85.473.338/0001-13
 E-mail: solanalise@solanalise.com.br
 Home Page: www.solanalise.com.br



Cliente: ANA REGINA DAHLEM ZIECH
 Nome: ANA REGINA
 Propriedade: SDE
 Lote Rural: SDE
 Matrícula: SDE
 Localidade: SDE
 Município: Medianeira - PR
 Amostra: 00-20

Data Entrega: 26/08/2020

Data Coleta: 26/08/2020

Controle: 78176 / 2020

Resultado de Análise de Solos				INTERPRETAÇÃO		
ELEMENTOS		mg/dm ³	Cmol _c /dm ³	BAIXO	MÉDIO	ALTO
Calcio	Ca	4,50				■■■■■
Magnésio	Mg	1,55				■■■■■
Potássio	K	144,30	0,37			■■■■■
Alumínio	Al	0,18		■■■■■		
H + Alumínio	H + Al	6,21				■■■■■
Soma de bases	S	6,42				■■■■■
C T C pH 7.0	T	12,63				■■■■■
C T C efetiva	t	6,60				■■■■■
		g /dm ³				
Carbono	C	16,75				■■■■■
M. Orgânica	MO	28,81				■■■■■
		%				
Sat. Alumínio	Al	2,73		■■■■■		
Sat. Bases	V	50,83			■■■■■	
Argila	Arg					
		mg/dm ³				
Boro	B					
Enxofre	S					
Ferro	Fe					
Manganês	Mn					
Cobre	Cu					
Zinco	Zn					
pH Água						
pH SMP						
pH CaCl ₂		4,80				

Observação:

GRANULOMETRIA %	
Areia:	
Silte:	
Argila:	
Classificação do Solo, Tipo:	

FÓSFORO		
	mg/dm ³	
Fósforo	P	5,32
Fósforo Rem.		20,24
Nível Crítico de Fósforo	NCP	11,85
Fósforo Relativo	PR	44,89

RELAÇÕES Cmol _c /dm ³			
Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	K/√Ca+Mg ¹
2,90	12,16	4,19	0,15

K%	Ca%	Mg%	H%	Al%
2,93	35,63	12,27	47,74	1,43

Cascavel, 30 de Junho de 2020

Décio Carlos Zocoler
 Químico Responsável
 CRQ 09100089 - 9ª Região

Daniel Fiorio Zocoler
 Químico Industrial
 CRQ 09202405 - 9ª Região

Confira a autenticidade deste laudo em www.solanalise.com.br com a chave MJAyMHw30DE3Ng==

Extrator Mehlich 1: K - P - Fe - Mn - Cu e Zn, Extrator KCl: Ca - Mg - Al, Extrator HCl 0,05 N: S, Extrator Fosfato de Cálcio: S, Extrator Dicromato de sódio: Carbono

NESTE LAUDO NÃO CONSTA RECOMENDAÇÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS

ANEXO B – Análise de NPK da cama de aves realizada para uso em área experimental da UTFPR – *Campus Santa Helena* - PR.



Av. Rocha Pombo, 170 - Jd. Gramado
 Cascavel - PR CEP 85.816-540
 Telefone / Fax: 45 3227 1020
 CNPJ: 85.473.338/0001-13
 E-mail: solanalise@solanalise.com.br
 Home Page: www.solanalise.com.br



Cliente: ANA REGINA DAHLEM ZIECH Data Entrega: 08/04/2021
 Nome: ANA REGINA D. ZIECK
 Município: Santa Helena - PR Data Coleta: 08/04/2021

Amostra: 1 CAMA DE AVIARIO

Controle: 513 / 2021

Análise de Adubo Orgânico Seco

Determinação	Elemento	Resultado
		g/Kg
Nitrogênio	N	21,60
Fósforo	P	31,44
Potássio	K	22,50
Cálcio	Ca	
Magnésio	Mg	
Enxofre	S	
Carbono	C	
Matéria Orgânica	MO	
		mg/Kg
Cobre	Cu	
Zinco	Zn	
Ferro	Fe	
Manganês	Mn	
Boro	B	
Umidade (%)		
PH		

g/Kg = gramas / Kilogramas

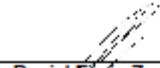
mg / Kg = Miligramas / Kilogramas

Umidade a 65°C

Observação:

Cascavel, 16 de Abril de 2021


 Decio Carlos Zocoler
 Químico Responsável
 CRQ 09100089 - 9ª Região



 Daniel Florio Zocoler
 Químico Industrial
 CRQ 09202405 - 9ª Região

Confira a autenticidade deste laudo em www.solanalise.com.br com a chave MJAYMXW1MTM-

Rua Rocha Pombo, 170 - Jd Gramado - Fone/Fax (0 45) 3227-1020 - Cascavel - PR

CGC:85.473.338/0001-13 Site: www.solanalise.com.br - e-mail: solanalise@solanalise.com.br

ANEXO C – Análise nematológica de planta daninha e solo coletados na área experimental da UTFPR, *Campus Santa Helena* – PR.



unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
 Campus de Marechal Cândido Rondon
 Rua Pernambuco, 1777 - Caixa Postal 91 - Fone (45) 3284-7913
 CEP 85960-000 - Marechal Cândido Rondon, PR

LAUDO TÉCNICO

PROTOCOLO Nº 005(2)/2020

Proprietário: Andressa Caroline Zang	
Endereço: UTFPR-Campus de Santa Helena PR	
Município: Santa Helena PR	CEP:
Telefone: (45)988036868	
Remetente: Andressazang@hotmail.com	
Material Enviado: Planta daninha	
Tipo de Análise: Nematológico	Entrada: 04/12/2020

RESULTADOS

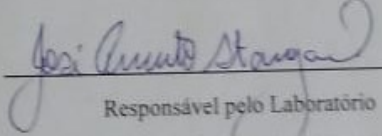
Raiz :PD (1)
Amostra1: Presença de nematoides fitopatogênicos *Pratylenchus brachyurus* .
 Contagem : 4560 nematoides em 10g de raiz.
 Presença de nematoides fitopatogênicos *Scutellonema sp.* Contagem : 2850 nematoides em 10g de raiz. Presença de nematoides saprofitas. Contagem :3990 nematoides em10g de raiz.
Solo: Presença de nematoides fitopatogênicos *Pratylenchus brachyurus* . Contagem : 1050 nematoides em 100 cm³ de solo.
 Presença de nematoides fitopatogênicos *Scutellonema sp.* Contagem : 746 nematoides em100 cm³ de solo.

Raiz :PD (2)
Amostra2: Presença de nematoides fitopatogênicos *Scutellonema sp.* Contagem : 540 nematoides em 10g de raiz. Presença de nematoides saprofitas. Contagem :180 nematoides em 10g de raiz . Presença de nematoides fitopatogênicos da superfamília *Dorylaimoidea* e ordem *Dorylaimida*. Contagem : 360 nematoides em 10g de raiz .
Solo: Presença de nematoides fitopatogênicos *Pratylenchus brachyurus* . Contagem : 320 nematoides em 100 cm³ de solo.
 Presença de nematoides fitopatogênicos *Scutellonema sp.* Contagem : 735 nematoides em100 cm³ de solo.

Número de registro: 005

A PRESENTE ANÁLISE TEM SEU VALOR RESTRITO SOMENTE À AMOSTRA ENTREGUE NESTE LABORATÓRIO

Saída: 17/12/2020
 1ª via - Remetente
 2ª via – Laboratório



Responsável pelo Laboratório
Prof. Dr. José Renato Stangarlin
 CREA-PR 57498/D
 Centro de Ciências Agrárias - UNIOESTE