

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

CULTIVO DE BASE ECOLÓGICA DA ABOBRINHA ITALIANA EM SISTEMA
DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH)

Heloísa Camello
Engenheira Agrônoma/UCS

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia
Área de concentração: Sistemas de Produção Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Setembro de 2023

Heloísa Camello
Engenheira Agrônoma - UCS

Dissertação

Submetida como parte dos
requisitos para a obtenção do grau
de

Mestre em Fitotecnia

Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 27.07.2023
Pela Banca Examinadora

TATIANA DA SILVA DUARTE
Orientadora
PPG FITOTECNIA - UFRGS

ANDRÉ SAMUEL STRASSBURGER
Coorientador
PPG FITOTECNIA - UFRGS

CARLOS ROGÉRIO MAUCH
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL - UFPEL

JAQUELINE PEREIRA MACHADO DE OLIVEIRA
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL - UFPEL

MAGNÓLIA APARECIDA SILVA DA SILVA
PPG FITOTECNIA - UFRGS

AGRADECIMENTOS

O êxito nunca é alcançado só e vencer desafios foi algo bastante vivido durante o período de estudo. Muitas são as pessoas a quem devo meus sinceros agradecimentos. Primeiramente, ao meu amado filho Benício, que completou minha vida, pois me deu a dádiva de ser mãe. A ele e a meu querido esposo, Márcio, dedico esta conquista, pois estiveram presentes e pacientes em todas as etapas.

À minha mãe, Marlene, que forneceu o suporte necessário para que eu concluísse, que estive nas fases mais complicadas auxiliando-me.

À Família Zanotto, na pessoa do gentil Gabriel Zanotto, pela parceria de trabalho na execução do experimento, pelo carinho e cordialidade a cada momento.

Aos orientadores André Samuel Strassburger e Tatiana da Silva Duarte, por exercerem o papel docente com competência, humanidade e sensibilidade.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por representar a instituição pública de ensino com excelência em qualidade, bem como a todos os professores que participam do processo.

À Universidade de Caxias do Sul, pela parceria de trabalho e por viabilizar a experimentação.

Por fim, à Deus, que trilha os caminhos e que atende às preces, minha gratidão.

CULTIVO DE BASE ECOLÓGICA DA ABOBRINHA ITALIANA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH) ¹

Autor: Heloísa Camello

Orientador: Prof.^a Tatiana da Silva Duarte

Coorientador: Prof. Dr. André Samuel Strassburger

RESUMO

A produção de hortaliças caracteriza-se pelo intenso revolvimento de solo. A necessidade de mudança para modelos que primem pelo manejo conservacionista incentivou o desenvolvimento do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), que se embasa em técnicas de cultivo que promovem o mínimo revolvimento do solo e sua constante cobertura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a evolução da produção de biomassa da abobrinha italiana em SPDH e em sistema de preparo convencional do solo (SPC). O estudo foi realizado em uma propriedade com produção de base ecológica no município de Ipê nos anos agrícolas 20/21 e 21/22, experimento 1 e 2, respectivamente. Foram estudados dois fatores: manejo de solo (SPDH e SPC) e data de amostra da biomassa (aos 0, 15, 30, 45, 60, 85 dias após o transplante (DAT) no experimento 1 e, 0, 15, 30, 45, 60, 80 DAT no experimento 2). Foram avaliadas as variáveis: massa fresca e seca e das folhas, do caule e da fração generativa. No experimento 1, a massa fresca das folhas e as massas fresca e seca dos frutos da abobrinha italiana foram superiores no manejo do solo em SPDH a partir dos 45 DAT. A massa seca de folhas e a massa fresca de caule foram superiores no SPDH. No experimento 2, a massa fresca de folhas foi superior no SPDH, apenas, aos 60 DAT. A massa seca e fresca dos frutos foi superior no SPDH a partir dos 30 DAT. A produção de biomassa da abobrinha italiana foi maior no experimento 1 em comparação ao experimento 2. A produtividade da abobrinha italiana foi superior no SPDH (11,4 t ha⁻¹) em comparação aos SPC (7,7 t ha⁻¹). No experimento 2, a dinâmica se manteve, mas as médias ficaram muito abaixo do esperado, com média de 2,4 t ha⁻¹ para o SPDH e de 1,2 t ha⁻¹ para o SPC. Assim, de acordo com os resultados obtidos e nas condições em que os experimentos foram realizados é possível concluir que: o manejo de solo interfere no acúmulo de biomassa da abobrinha italiana; o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças da abobrinha italiana proporciona melhor desempenho agrônômico em comparação ao manejo do solo com revolvimento.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo L.*; Agroecologia, Produção de Hortaliças, Biomassa, Crescimento.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (59f.). Setembro, 2023.

ECOLOGICALLY BASED CULTIVATION OF ZUCCHINI IN A NO-TILLAGE VEGETABLE SYSTEM (SPDH)²

Author: Heloísa Camello

Adviser: Tatiana da Silva Duarte, Ph.D.

Co-supervisor: André Samuel Strassburger, Ph.D.

ABSTRACT

Vegetable production is characterized by intense soil disturbance. It's needed to change the currently system to models that emphasize conservation management developing the No-Tillage Vegetable Cropping Systems (SPDH, from Sistema de Plantio Direto de Hortaliças), which is based on growing techniques that promote minimal soil tillage and constant coverage. The aim of this work was to evaluate the evolution of biomass production of zucchini growing in SPDH and conventional tillage system (SPC). The study was carried out in an ecological based production farm in Ipê City during years of 20/21 and 21/22, experiment 1 and 2, respectively. Two experimental factors were studied: soil management (SPDH and SPC) and biomass sampling date (at 0, 15, 30, 45, 60, 85 days after transplant (DAT) in experiment 1 and 0, 15, 30, 45, 60, 80 DAT in experiment 2). The following variables were evaluated: fresh and dry mass of the leaves, the stem and the generative part (flowers and fruits). In the experiment 1, the fresh mass of leaves and the fresh and dry masses of fruits were higher in soil management in SPDH from 45 DAT. Leaf dry mass and stem fresh mass were higher in SPDH. In experiment 2, the fresh mass of leaves was higher in SPDH only at 60 DAT. The dry and fresh mass of the fruits was higher in SPDH from 30 DAT. The biomass production of zucchini was higher in experiment 1 in comparison to experiment 2. The yield of zucchini was higher in SPDH (11.4 t ha⁻¹) compared to SPC (7.7 t ha⁻¹). In experiment 2, the dynamics were maintained, but the averages were much lower than expected, with an average of 2.4 t ha⁻¹ for the SPDH and 1.2 t ha⁻¹ for the SPC. According to the obtained results and under the conditions in which the experiments were carried out, it is possible to conclude that: soil management makes change in the zucchini biomass accumulation; SPDH provides higher growing of zucchini plants and better agronomic performance in comparison to soil tillage.

Keywords: *Cucurbita pepo* L.; Agroecology, Vegetable production, Biomass, Growth.

² Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (59p.) Sep, 2023.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Importância socioeconômica da olericultura e da produção de base ecológica no âmbito da agricultura familiar na Serra Gaúcha	3
2.2 Aspectos que contribuem para a baixa sustentabilidade do sistema convencional da produção de hortaliças	8
2.2.1 Preparo convencional do solo	8
2.2.2 Monocultura, perda da biodiversidade e uso de agrotóxicos	10
2.3 Agroecologia e Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): ruptura dos paradigmas conjunturais e reconstrução da forma de fazer agricultura	12
2.3.1 Eixo político-pedagógico e a práxis da transição do sistema de produção	13
2.3.2 Eixo técnico-científico: promoção da saúde do solo e da planta	15
2.4 A cultura da abobrinha italiana (<i>Cucurbita pepo L.</i>)	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46

RELAÇÃO DE TABELAS

1. Massa fresca de folhas (MFfo) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21. 31
2. Massa fresca de folhas (MFfo) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22. 31
3. Massa seca de folhas (MSfo), massa fresca de caule (MFc) e massa seca de caule (MSc) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21. 33
4. Massa seca de folhas (MSfo), massa fresca de caule (MFc) e massa seca de caule (MSc) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22. 34
5. Massa fresca da fração generativa (MFfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21..... 35
6. Massa fresca da fração generativa (MFfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22..... 36
7. Massa seca da fração generativa (MSfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21. 36
8. Massa seca da fração generativa (MSfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22. 37

RELAÇÃO DE FIGURAS

1. Vista dos blocos e repetições após a rolagem das plantas de cobertura para o SPDH (80% centeio e 20% aveia) aos 150 DAS e revolvimento do solo em SPC. 26
2. Plantas de abobrinha italiana, aos 40 DAT, no SPC (A); plantas de abobrinha italiana, aos 40 DAT, no SPDH (B)..... 38
3. Produção de massa seca de centeio (80%) e aveia (20%) (80 kg/ha), aos 150 DAS, após a rolagem, no experimento 1 (A); desenvolvimento de planta de centeio aos 90 DAS, no experimento 2 (B). 39
4. Temperatura média, máxima e mínima registrada pela Estação Climatológica de Bento Gonçalves, no período de 15 de setembro de 2021 a 10 de fevereiro de 2022.....42

1 INTRODUÇÃO

A potencialidade da produção agroecológica de hortaliças é debatida em decorrência da baixa sustentabilidade ambiental, econômica e social observada no modelo convencional de produção agrícola (Moreira *et al.*, 2018), principalmente no tocante da agricultura familiar (Masson *et al.*, 2019).

A busca e consumo de produtos orgânicos é crescente (FAO, 2018). No entanto, nota-se grande dificuldade por parte dos agricultores no processo de transição do manejo convencional para outros modelos de agricultura. Isso se dá em função da construção consolidada e fortalecida pelo advento do pacote tecnológico, que impede a ruptura de processos e o entendimento necessário sobre a complexidade de sistemas naturais (Plein, 2022).

Este cenário desafia à criação de um método que possibilite a transição do modelo convencional de produção de hortaliças para um método que promova a sustentabilidade do agroecossistema, a produtividade e a renda aos agricultores. Nessa perspectiva foi desenvolvido o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), proposta técnico-metodológica para a transição da agricultura a um novo método de produção.

O SPDH é baseado na construção coletiva de conhecimento, articulando saberes populares e científicos, numa proposta de trabalho horizontal entre agricultores e pesquisadores (Arl *et al.*, 2019). Através de ferramentas que embasam a práxis, este método propõe o aumento da complexidade do sistema de produção embasando-se em práticas como a cobertura constante de solo e o revolvimento mínimo (Nicholls *et al.*,

2019). A inserção de plantas de cobertura promove a proteção do solo contra erosão, incorpora matéria orgânica e beneficia a fertilidade do solo (teores de fósforo, cálcio e capacidade de troca catiônica), reduz significativamente a temperatura e perda de água do solo, possibilita melhores condições microclimáticas e conforto às plantas e melhora das condições físicas do solo (Madeira *et al.*, 2019), além de beneficiar processos biológicos edáficos fundamentais para o ecossistema (Silva *et al.*, 2013) e minimizar a necessidade de outras fontes de adubação orgânica quando o sistema já está consolidado (Ambrosano *et al.*, 2014). Por isso, a fertilidade do solo e a nutrição das plantas são objeto de estudo dentro do eixo técnico-científico da proposta SPDH (Higashikawa *et al.*, 2019; Fayad, Marchesi & Fayad, 2019).

Considerando que a olericultura é representativa na diversidade alimentar da humanidade e que é vinda primordialmente da agricultura familiar (Brasil, 2017; Lima *et al.*, 2019), é importante instrumentalizar os agricultores familiares com técnicas que possibilitem o cultivo não dependente e sustentável. Dentre as hortaliças, a abobrinha italiana (*Cucurbita pepo var. melopepo* L.) tem ganhado visibilidade devido ao seu valor econômico e produtividade média, que chega a 18 t ha⁻¹ (Lopes *et al.*, 2017). Ainda, esta espécie apresenta-se como cultura interessante para o manejo em SPDH, visto a sua arquitetura e época de cultivo.

Sendo assim, percebendo a necessidade de mobilização do conhecimento científico acerca do SPDH, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento da abobrinha italiana em SPDH quando comparado ao sistema de preparo convencional do solo (SPC).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância socioeconômica da olericultura e da produção de base ecológica no âmbito da agricultura familiar na Serra Gaúcha

No Brasil, a partir da Lei n.º 11.326 de julho de 2006, entende-se por agricultor familiar aquele que detém área de até 4 módulos fiscais, obtém renda mínima vinda da agricultura, cuja mão de obra e gerência da propriedade envolve, majoritariamente, os membros da família (BRASIL, 2006). O Censo Agropecuário realizado em 2017 aponta que 77% dos estabelecimentos agrícolas brasileiros se enquadram nestas características, apresentando-se como agricultura familiar. Esse número se enfatiza ainda mais no Rio Grande do Sul, na microrregião da Serra Gaúcha, chegando a 80% das propriedades rurais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2017).

Ramos (2017) elucida que a agricultura familiar é parte importante do território rural, sendo o seu desenvolvimento capaz de consolidar a conjuntura socioeconômica local. O autor ainda aponta que esta forma de agricultura contribui fortemente para a segurança e soberania alimentar, melhora as condições de vida e oferece empregos no meio rural. A participação da agricultura familiar no desenvolvimento territorial e sua representatividade no cenário nacional a mostram como importante e virtuosa ferramenta para a minimização da pobreza neste meio (Lima *et al.*, 2019).

A produção de hortaliças é uma atividade de destaque na Serra Gaúcha e protagoniza atividades agrícolas em muitas unidades de produção familiar. Em 2019, a Central de Abastecimento de Produtos Hortigranjeiros (CEASA) sediada em Caxias do Sul, que representa um Consórcio Intermunicipal e reúne 11 municípios, comercializou mais de 17 mil toneladas de hortaliças, movimentando o equivalente a mais de 41 milhões de reais, representando 44,25% do comércio de produtos de origem vegetal (CEASA Serra, 2020).

A agricultura familiar se caracteriza, também, no âmbito da agroecologia. O Brasil registra 1,3 milhões de hectares cultivados de forma orgânica, participando da exportação, juntamente a outros países latino-americanos de produtos como cacau, banana e café orgânico (Willer *et al.*, 2021). O estado do Rio Grande do Sul registrou, em 2019, 2.500 agricultores orgânicos certificados, 6% do total de agricultores orgânicos do Brasil (RIO GRANDE DO SUL, 2020).

A tendência de aumento do consumo por produtos cultivados sob base ecológica está relacionada às possibilidades de sustentabilidade alimentar promovida. Ainda, saliente-se que as produções de base ecológica oferecem uma abordagem inclusiva aos diferentes agricultores que permeiam a agricultura familiar, garantindo que nenhum fique para trás (FAO, 2018).

As agriculturas de base ecológica abordam de forma holística o ambiente produtivo, buscando transformá-lo por análises profundas e soluções de longo prazo, baseadas na construção coletiva de conhecimentos e na troca de experiências entre os agricultores. Por isso, as produções de base ecológica promovem não somente o aumento da complexidade da relação entre os seres do ambiente, mas desenvolvem o meio para haver a associação de manejos sustentáveis às relações solidárias entre produtores (FAO, 2018; Soares *et al.*, 2021). Pela forma que se constitui a produção de base ecológica e a

importância da diversificação produtiva neste contexto, há considerável contribuição na subsistência, fator que aproxima agricultores da segurança e soberania alimentar (Breitenbach, 2018).

Dentre as principais vertentes relacionadas a agricultura de base ecológica aparecem a Agricultura Biodinâmica, desenvolvida na década de 20 pelo austríaco Rudolf Steiner, que promove o cultivo em harmonia com o ambiente e leva em consideração os ciclos da lua e sua influência sobre o desenvolvimento do organismo agrícola, onde preparados são submetidos às forças cósmicas ou terrestres no seu preparo (PEÑA & VENTURIN, 2016).

Enquanto Steiner multiplicava as raízes da Biodinâmica, surgia outra vertente independente, a Agricultura Orgânica, nos anos 30, na Grã-Bretanha, pelo precursor Albert Howard. Essa forma de produção passou a ser a mais difundida dentre as correntes de agricultura de base ecológica. Esta forma de cultivo destaca o não uso de agrotóxicos e fertilizantes solúveis, bem como a importância da manutenção da vida do solo. Destas práticas elaboraram-se normas e diretrizes aceitas internacionalmente. Estas formas de agricultura deram origem à Agricultura Ecológica, cujo principal idealizador foi Hartmut Vogtmann, no início dos anos 80, na Alemanha, estilo de agricultura que seguia princípios ecológicos e se diferenciou do modelo de agricultura convencional, industrial ou agroquímica. Enquanto isso, nos anos 80, nos EUA, a partir dos preceitos da Agricultura Orgânica, Robert Radale protagonizava a vertente da Agricultura Regenerativa, que propõe a independência da unidade de produção a partir de práticas que potencializem a utilização dos recursos naturais (DAROLT, 2007).

Somando às ideias conservacionistas de Steiner e Howard, ainda em 1930 o pesquisador suíço Hans Müller a Agricultura Organo-Biológica, que posteriormente chamou-se Agricultura Biológica, com pesquisas continuadas na França Por Francis

Chaboussou. Essa forma de agricultura baseava-se no desenvolvimento local através de modelos socioeconômicos e políticos, trazendo práticas de integração entre os produtores e desenvolvimento do meio. Em paralelo, nos anos 30, no Japão, nascia a Agricultura Natural, através do filósofo Mokiti Okada. Nesta premissa a Agricultura Natural dispensa esterco animal como forma de adubação e baseia-se em bioinsumos e compostos orgânicos, além de fazer parte de uma religião baseada na purificação, que hoje corresponde à Igreja Messiânica (DAROLT, 2007). Nos anos 80, a partir destas ideias, desenvolveu-se a Permacultura, cujo precursor foi Dr. Bill Mollison. A Permacultura procura criar ambientes arquitetônicos, harmônicos, sustentáveis e de funcionalidade permanente (MOLISSON & SLAY, 1998).

As práticas das diferentes vertentes da agricultura de base ecológica originaram, na América, nos anos 80, a forma de agricultura chamada de Agroecologia, cujos precursores foram Miguel Altieri e Stephen Gliessman. Este termo é direcionado para práticas agrícolas que sintetizam e aplicam conhecimentos agronômicos e ecológicos para a promoção de agroecossistemas sustentáveis (ALTIERI, 2015; GLIESSMAN, 2009; DAROLT, 2007).

A mobilização da agricultura familiar, seja ela agroecológica ou não, é percebida na articulação que envolve o setor através da formação de cooperativas. Esse processo funciona como um elo entre os agricultores, que passam a desenvolver a coletividade através da nova dinâmica de trabalho, alavancando a possibilidade de vendas e aumento de renda (Thies & Conterato, 2017).

Oliveira *et al.* (2020) narram o processo de construção de dois circuitos de comercialização de produtos oriundos da agricultura familiar envolvendo a ação cooperativa: Circulação de Alimentos Agroecológicos da Rede Ecovida de Agroecologia e da Associação da Rede de Cooperativas da Agricultura familiar e Economia Solidária

(RedeCoop). O primeiro caso se refere à articulação da Rede Ecovida de Agroecologia, que atualmente agrega 340 grupos de agricultores agroecológicos (abrangendo cerca de 4.500 famílias) em todo o Sul do país, São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Através desta mobilização veio o pioneirismo no processo de certificação participativa, importante ferramenta de solidificação e expansão da Agroecologia no Brasil.

Agricultores associados à Rede Ecovida utilizam as feiras como o principal canal de comercialização, mas a organização possibilitou acesso dos agricultores aos mercados institucionais, bem como vendas em lojas especializadas. Impulsionados pelas demandas dos mercados institucionais, iniciaram-se a criação de mais cooperativas e filiais, como no município de Ipê, onde está a filial da Cooperativa Regional de Produtores Ecologistas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul e Sul de Santa Catarina ECONATIVA – Serra. As cooperativas passaram a se organizar como estações-núcleos ou subestações onde os agricultores entregam os produtos para beneficiamento e embalagem. Assim, criam-se canais de comunicação sobre a demanda e a oferta, oportunizando a troca de produtos entre as estações e atuação em mais municípios.

Outra exitosa experiência percorrida pelos autores supracitados é a das famílias de agricultores familiares associados à RedeCoop. Neste caso, 44 cooperativas dispostas em 31 municípios agregam mais de 12 mil famílias de agricultores, alguns agroecologistas ou em transição, na comercialização. Aqui, o principal canal de comercialização são os mercados institucionais, acessados através das chamadas públicas. Nas suas observações, os autores destacam o protagonismo dos agricultores em ambos os casos analisados, ressaltam o seu empoderamento e o diferencial construído, capaz de trazer mudanças socioculturais e econômicas no setor.

2.2 Aspectos que contribuem para a baixa sustentabilidade do sistema convencional da produção de hortaliças

Considerando que a produção de hortaliças está atrelada, majoritariamente, à agricultura familiar, observam-se algumas questões no tocante da sustentabilidade produtiva. Segundo a Lei n.º 11.326/2006, a agricultura familiar se pauta no princípio de expressar, na atividade agrícola, sustentabilidade ambiental, social e econômica.

No entanto, a agricultura familiar vem mudando suas características e apresentando-se alicerçada no uso extremo de insumos de alto custo, seguindo um modelo agroquímico e industrial proposto nas décadas de 1980 e 1990 (Arl *et al.*, 2019). A olericultura, no que lhe concerne, se destaca pela frequência e intensidade de revolvimento do solo em função dos ciclos curtos das espécies cultivadas.

O constante preparo do solo (aração, gradagem e encanteiramento), com vista à monocultura, é justificado pela facilidade nos demais tratamentos culturais considerados necessários, como adubação e calagem incorporadas ao canteiro de cultivo (Andriolo, 2020).

2.2.1 Preparo convencional do solo

O solo é um meio poroso estruturado, mistura de materiais orgânicos e inorgânicos, por isso, é biologicamente ativo (Mesquita & Dias Junior, 2018). A organização destes materiais, que formam os agregados (complexos argilo-húmicos), acontece de acordo com suas condições químicas, físicas ou biológicas. A combinação de agregados, seu tamanho, forma e estabilidade determinam os espaços porosos do solo (White, 2009).

O enraizamento de uma planta no solo depende, essencialmente, da sua estrutura, que está relacionada aos espaços livres para desenvolvimento radicular e acesso à água e

nutrientes. A absorção atingida por uma planta que cresce em condições edáficas adequadas pode ser até 8 vezes maior a que a de uma planta que cresce em solo com alguma barreira que impeça o seu desenvolvimento (Primavesi, 2002). Ainda, percebe-se que a atividade microbiana e a fauna do solo aumentam e são diversificadas na presença de grumos estáveis – que permitem permeabilidade de água e são resistentes à erosão (Mesquita & Dias Junior, 2018).

A mesofauna edáfica, por exemplo, exerce funções inerentes relacionadas direta ou indiretamente à decomposição da matéria orgânica, regulando a densidade e distribuição de microorganismos importantes na mineralização de nutrientes (Morais *et al.*, 2018).

A fertilidade do solo é vital para a produtividade do ecossistema agrícola. Solos de baixa fertilidade podem se tornar férteis e sustentáveis a partir do incremento da matéria orgânica. O acúmulo de fitomassa gera complexa rede de interação entre plantas, animais e promove a ciclagem de nutrientes que garante o equilíbrio e a nutrição do sistema. Assim, o solo pode se tornar um imenso reservatório de água, abundantemente fértil. Entendendo desta forma, em sistemas onde o solo é frequentemente erodido, a vida edáfica é comprometida e o processo é rompido (Alfaia & Uguen, 2013).

Lamentavelmente, as características biológicas e estruturais do solo não podem ser recuperadas com a mesma agilidade com que são degradadas (Gliessman, 2009). A agricultura convencional, que se baseia em cultivar o solo intensa, profunda e ininterruptamente, vem causando constante e notável degradação da biota, estrutura e fertilidade do solo. No cultivo de hortaliças, o intenso revolvimento e o elevado uso de insumos agrícolas sintéticos e não renováveis têm causado forte degradação de estrutura e altas taxas erosão por água e vento, redução dos teores de matéria orgânica, de nutrientes, de água e da biodiversidade do solo, dentre outros impactos negativos que

comprometem a produção a longo prazo e propiciam o desaparecimento da micro e mesofauna presente no solo (Madeira, 2019; Gliessman, 2009; Primavesi, 2002).

O encanteiramento, prática que sucede a aração e a gradagem no sistema de preparo convencional do solo, promove a desagregação dos grumos, processo de arenização do solo que favorece a compactação em virtude do impacto da chuva sobre o canteiro. Rasia (2015) menciona a ação do salpicamento (efeito *splash*) do impacto das gotas de chuva quando desloca partículas do solo. O autor coloca que esse impacto forma uma camada impermeável na superfície do solo, promovendo escoamento superficial da água. Em solos cuja camada superficial está impermeável, a seca é total e o aquecimento é visível – se à crosta de solo segue um solo solto, o efeito negativo da arenização é menos pronunciado (Primavesi, 2002). Esse processo colabora para as rachaduras provocadas pela dilatação quando o solo está saturado e se contrai quando começa a secar, permitindo o transporte de sedimentos de uma área para outra. Neste caso, reforça-se que áreas com declividade superior a 10°, associada à fragilidade do solo e manejos não conservacionistas, não contemplam áreas aptas ao cultivo de hortaliças de maneira convencional. Ainda, Andriolo (2020) destaca que o encanteiramento provoca a concentração de nutrientes na superfície do solo, mediante a consecutiva adubação incorporada à camada de solo que compõe o canteiro, contribuindo para o desequilíbrio nutricional prejudicial ao desenvolvimento das plantas.

2.2.2 Monocultura, perda da biodiversidade e uso de agrotóxicos

O conjunto formado por elementos bióticos (diversas populações de animais, plantas e microorganismos) e abióticos (água, sol, vento, presença de minerais) recebe o nome de ecossistema. A alteração de um único fator costuma modificar o sistema e causar, inclusive, desequilíbrio ou perda de espécies (Moreira *et al.*, 2018).

O desenho e a organização do ecossistema se alteram mediante as ações antrópicas. Fomentada pela disseminação do pacote tecnológico ofertado pela Revolução Verde, a agricultura moderna trouxe características que casam entre si. O advento do modo químico industrial, a partir de 1960, reduziu a complexidade dos sistemas de produção de alimentos, o que promoveu, também, decréscimo do equilíbrio e das interações entre os seres que ocupam determinado espaço (Nicholls *et al.*, 2019).

A monocultura não é desejável no âmbito social, econômico e ecológico, visto a dependência de energia gerada pela pouca diversidade que é promovida. Quando os processos do solo são substituídos por insumos químicos e há o aumento da mecanização, há a redução de diversidade acima do solo. Isso provoca declínio ou extinção de comunidades biológicas, representando perda calamitosa nas habilidades e atividades de resiliência do sistema (Moreira *et al.*, 2018). O decréscimo de diversidade e o desequilíbrio nutricional do solo provocado pelo excesso de adubação nitrogenada, por exemplo, eleva o nível de amônia e aminoácidos livres na célula vegetal, inviabilizando a planta de sintetizá-los, em sua totalidade, em proteína. Essa prática aumenta a possibilidade das plantas de se tornarem hospedeiras para pragas e doenças, uma vez que essas substâncias livres são o seu alimento. Portanto, essa situação desfavorece o controle fisiológico de patógenos, insetos e demais pragas, chamada por Francis Chaboussou de Teoria da Trofobiose (Chaboussou, 1987).

A modernização da agricultura incentiva a monocultura e promove impasses socioculturais, alterando a perspectivas de cultivo de comunidades tradicionais e condicionando seus hábitos. Estas propostas apresentam-se como um obstáculo para que se mantenha a soberania e a cultura alimentar de diferentes povos. (Altieri & Nicholls, 2021; Neto *et al.*, 2022).

A baixa variabilidade obtida pelo melhoramento genético de espécies e avanço da homogeneidade genética tornam as espécies cultivadas suscetíveis a pragas e doenças (Altieri & Nicholls, 2021). A chamada *erosão genética* direciona à *vulnerabilidade genética* e, aliada ao cultivo em grandes extensões de área, acelera a proliferação e aumenta em forma de surto a população de certa praga ou doença – assim se cria a necessidade de aplicações de agrotóxico para controlar o desequilíbrio produzido (Gliessman, 2009).

Parte da transgenia aplicada atualmente em organismos vegetais está pautada na resistência a moléculas herbicidas para controle de plantas espontâneas na lavoura, fator que costuma incentivar o uso dessa ferramenta (Fernandes & Lacey, 2022). Contudo, levantamentos científicos apontam o potencial cancerígeno de diversos princípios ativos utilizados no Brasil (Sarpa & Friedrich, 2022). Dessa maneira, a utilização de agrotóxicos colabora com a fragilidade do complexo de saúde pública no Brasil, dificultando o debate acerca deste tema (Chales *et al.* 2022).

Percebendo a conjuntura apresentada, compreende-se como urgente a modificação do sistema produtivo para que se garanta a sua perpetuidade produtiva, devendo esta mudança ser profundamente pautada no conhecimento dos processos ecológicos do ecossistema.

2.3 Agroecologia e Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): ruptura dos paradigmas conjunturais e reconstrução da forma de fazer agricultura

As raízes da Agroecologia se consolidaram na América Latina a partir das práticas campesinas e indígenas observadas e retratadas por pesquisadores descontentes com as premissas trazidas pela Revolução Verde. Assim, a informação empírica e cultural

constituiu as primeiras bases científicas para o aprofundamento dos estudos sobre a Agroecologia (Altieri, 2015). Soares *et al.* (2021) destacam que a prática da agroecologia vai além do não uso do agrotóxico, mas perpassa o âmbito social, cultural, econômico e ambiental.

A Agroecologia pressupõe uma forma diferente de se relacionar com a natureza e com a atividade agrícola, preservando os seus recursos naturais. Ainda, prevê formas de produção e comércio fomentadas pela articulação e cooperação. Essa reconstrução é um processo interessante, mas difícil para agricultores que vêm de uma construção histórica sob as bases da agricultura moderna, pois as transformações necessárias ultrapassam o âmbito da atividade produtiva, chegando às questões sociais, políticas e culturais, alterando também os subsídios científicos que norteiam o processo, caracterizando-a como uma transformação a partir de movimento e de trabalho coletivo (Plein, 2022).

Por isso, na tentativa de encontrar a melhor estratégia para a adoção de agriculturas de base ecológica, agricultores e técnicos acabam questionado esses métodos quanto à produtividade, levando à dúvida e discussão sobre a capacidade de suprir as necessidades alimentares da população mundial.

Mediante a esta realidade, o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) surge como uma ferramenta técnico-metodológica para superar as dificuldades trazidas pela agricultura convencional praticada por agricultores familiares, promovendo a transição do modelo moderno e dependente para o modelo de base ecológica (Arl *et al.*, 2019).

2.3.1 Eixo político-pedagógico e a práxis da transição do sistema de produção

Os avanços conservacionistas alcançados através do Plantio Direto na palha (SPD), com primeiros resultados positivos datados em 1970, passaram a ser observados pelo monocultivo extensivo de *comoditeies*. Atualmente, o Brasil é um dos países líderes

na adoção desse sistema, com aproximadamente 32 milhões de hectares de produção de grãos que utilizam o SPD, no entanto, esta prática ainda está atrelada ao uso de fertilizantes sintéticos solúveis e aplicações de agrotóxico (Caires, 2014; Wildner, 2014).

Em meio a tais percepções, em 1998, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) obtinha os primeiros resultados dos testes realizados sob a ótica da construção de um sistema que fosse além do conservacionismo mobilizado pelo SPD, podendo ser aplicado pela agricultura familiar na produção de hortaliças: o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Nesse mesmo ano, a crise no setor da tomaticultura, promovida pelo alto custo de produção e baixo preço de vendas, mobilizou agricultores familiares a lutarem junto ao Banco do Brasil pela anistia das dívidas feitas para suprir as necessidades agrícolas. A partir daí, formou-se o grupo de pesquisa sobre o SPDH, composto por agricultores e pesquisadores, posteriormente envolvendo professores e estudantes de universidades de Santa Catarina (Masson *et al.*, 2019).

O Eixo Político-pedagógico do SPDH é pautado sob a ótica da **metodologia dialética** na construção do conhecimento, de Paulo Freire. Para isso estabelece um **tema gerador** que parte da análise da realidade visando mobilizar, vincular, conscientizar e articular os agricultores para torná-los parte do movimento SPDH. Assim, a construção do conhecimento passa a ser coletiva, dialogada, construída com as percepções de todos os envolvidos no processo: agricultores, pesquisadores, professores, estudantes. A prática aqui se dá junto ao agricultor, nas propriedades familiares, a partir da instalação de lavouras de estudos e reuniões de discussão sobre os resultados obtidos, mediando os conhecimentos populares e científicos (Arl *et al.*, 2019; Masson *et al.*, 2019; Dutra *et al.*, 2021).

A práxis do SPDH se faz criando elos entre os agricultores e as entidades envolvidas. Por isso, faz parte do processo a contratação da organização, metodologia, atividades e ações a serem realizadas através de um cronograma. Assim, há o compromisso dos agricultores em participar das ações propostas, como cursos, instalações de lavouras para teste, visitas do técnico, discussão e socialização dos resultados. Ainda, processo teórico-metodológico se alicerça nos preceitos da educação popular, formando pessoas capazes de difundir a proposta, e empoderando agricultores e agricultoras para a autonomia e emancipação, a fim de promover o SPDH a uma tecnologia social de base ecológica (Masson *et al.*, 2019; Arl *et al.*, 2019).

O Eixo Político-pedagógico que embasa a práxis do SPDH está diretamente relacionado ao Eixo Técnico-científico, que busca avançar na complexidade do sistema produtivo, tornando-o de extremamente simplificado a altamente rico, interativo, diverso e equilibrado (Nicholls *et al.*, 2019).

2.3.2 Eixo técnico-científico: promoção da saúde do solo e da planta

O SPDH oferece uma proposta de redesenho da organização da unidade de produção familiar. Para isso, o principal objetivo é aumentar a complexidade do sistema através de práticas que promovam a saúde do solo e da planta: utilização de adubos verdes (cultivados ou espontâneos) na rotação de culturas e produção de, pelo menos, 10 toneladas de massa seca por hectare/ano; revolvimento de solo restrito à linha ou berço de cultivo; promoção do conforto das plantas minimizando estresses de temperatura, déficit ou excesso hídrico, salinidade, diminuição e até eliminação do uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos solúveis (Masson *et al.*, 2019).

A promoção da saúde do solo acontece, inicialmente, com o acúmulo de fitomassa sobre o solo (Higashikawa *et al.*, 2019), impedindo o impacto das gotas da chuva sobre a

sua superfície, favorecendo a infiltração de água no solo e regulando a sua temperatura (Amado *et al.*, 2014), aspectos fundamentais para o conforto das plantas.

O gradual incremento de cobertura promovido pela deposição de fitomassa anualmente aporta a matéria orgânica no solo, que é fundamental para a manutenção da micro e mesoestrutura do solo, bem como para sua bioestrutura, pois a decomposição bacteriana de restos vegetais em húmus libera ácidos poliurônicos, as substâncias capazes de agregar as partículas de solo (Primavesi, 2002).

Primavesi (2002) ainda elucida que as plantas de cobertura apresentam uma particularidade sob a ótica da formação dos grumos quando comparadas à utilização de esterco ou outras formas de composto orgânico, pois o potencial de agregação a partir da decomposição de palhada é superior em função do alto teor de lignina – raízes de capins apresentam até 20% de lignina, material de difícil decomposição, aquele capaz de formar ácidos poliurônicos através da decomposição microbiológica. Souza *et al.* (2019) reforçam que a persistência da fitomassa sobre o solo, fator de extrema importância no SPDH, está diretamente relacionada a taxa de decomposição das plantas, que varia de acordo com a relação C/N da espécie.

O interesse do sistema em reduzir o uso de fertilizantes sintéticos solúveis até chegar a sua eliminação está alicerçado na promoção da ciclagem de nutrientes. Por isso, com o aporte anual de matéria orgânica fornecida pela cobertura de solo, há o aumento da atividade microbiológica para a decomposição, formação de húmus e do estoque orgânico de nutrientes no horizonte A do solo. Parte desse estoque passa a ser mineralizado e compor o estoque inorgânico, podendo ser absorvido pelas plantas e, sendo passível de lixiviação (White, 2009).

O Nitrogênio, elemento importante e instável no ambiente, apresenta uma dinâmica complexa que envolve amonificação, nitrificação, imobilização, lixiviação,

volatilização, desnitrificação e fixação biológica, sendo absorvido pelas plantas apenas nas formas minerais (NH_4^+ e NO_3^-). A velocidade de decomposição e a taxa de mineralização de N e disponibilização às plantas é dependente de fatores abióticos como pH, temperatura e umidade do solo, bem como da composição dos tecidos (lignina, celulose e hemicelulose) e da relação C/N do material que está sendo depositado sobre o solo (White, 2009; Higashikawa *et al.*, 2019; Amado *et al.*, 2014).

Com relação à saúde das plantas, para entender a taxa diária de absorção de nutrientes, Fayad, Marchesi & Fayad (2019) desenvolveram estudos sobre a dinâmica de absorção de nutrientes a partir do acúmulo de matéria seca e das condições climáticas, podendo definir um programa de adubação que atenda às necessidades da planta de acordo com as fases de menor e maior taxa diária de absorção de nutrientes. Ainda como opção de fertilização diferente à adubos sintéticos solúveis e considerando o SPDH como um sistema em evolução, a utilização de compostos orgânicos e biofertilizantes se mostra interessante e se fazem necessários estudos para compreender como essas relações se comportam (Cantú *et al.*, 2019; Masson *et al.*, 2019).

Quanto aos adubos verdes, a escolha da espécie das plantas de cobertura para a produção de fitomassa deve considerar as condições edafoclimáticas locais (Souza *et al.*, 2019). O baixo residual que as hortaliças deixam no solo, de modo geral, direciona à rotação de cultura com espécies de produção, como o milho, e espécies forrageiras (Mafra *et al.*, 2019), como a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), o centeio (*Secale sereale* L.) e o azevém (*Lolium multiflorum*), gramíneas de inverno que se destacam pela rusticidade sendo utilizadas, consorciadas ou não, com espécies não gramíneas de estação fria, como nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e tremoço (*Lupinus sp.*). Para as estações quentes são indicadas as espécies: mucuna (*Mucuna sp.*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria sp.*) e guandu anão (*Cajanus cajan*)

e o milho (*Pennisetum glaucum*), esta última a gramínea mais utilizada para esta finalidade (Amado *et al.*, 2014; Mafra *et al.*, 2019). Sobre a semeadura, Schimitt *et al.* (2019) destacam que a eficiência de germinação é maior quando a semente está em contato com o solo, por isso, é importante usar uma semeadora que deposite a semente subsuperficialmente.

O manejo das plantas de cobertura pode ser realizado através de roçada ou rolagem. Equipamentos que promovem o acamamento por rolagem, como o rolo-faca ou tronco de arraste, favorecem a permanência da fitomassa sobre o solo por mais tempo a que o corte das plantas. É indicado que o manejo seja realizado a partir da fase de pleno florescimento em plantas *Fabaceae* e *Brassicaceae*, e na fase de grão leitoso no caso de plantas *Poaceae* (Schimitt *et al.*, 2019). Ainda, os autores destacam que a semeadura ou transplântio de mudas no berço de cultivo deve ser realizada no mesmo dia em que ocorre o acamamento, para otimizar o desenvolvimento da cultura, deixando as plantas espontâneas em desvantagem.

Zanella, Petry & Marchesi (2019) trazem considerações importantes sobre a forma anatômica da muda e do seu sistema radicular para inserção no SPDH. Os autores elucidam ser fundamental manter a relação proporcional entre sistema radicular e parte aérea (1:1), em recipiente que priorize a arquitetura natural da espécie. Assim, a proposta de transição do SPDH indica a necessidade de adequações na produção de mudas, buscando a saúde da planta.

São muitas as experiências exitosas na aplicação do SPDH em propriedade de produção familiar. Estudos que envolvem a cultura do tomateiro (Fayad *et al.*, 2019), da cebola (Kurtz *et al.*, 2019), o cultivo das brássicas (Zanella, Müller Jr & Koerich, 2019) e das cucurbitáceas (Zanella, Feltrin & Blay, 2019; Couto *et al.*, 2019) apontam importantes resultados para o início da consolidação do sistema.

Entendendo as bases que fundamentam a Agroecologia, percebe-se que o SPDH direciona suas práticas a partir dos mesmos princípios. Partindo da ótica de reorganização do desenho da agricultura familiar (Nicholls *et al.*, 2019), o modelo técnico-pedagógico proposto pelo SPDH fomenta a aproximação das práticas agrícolas daquelas empregadas por formas de agricultura de base ecológica. Por isso, o SPDH é adotado como uma estratégia segura e gradual de adaptação do método produtivo, respeitando o tempo necessário para regeneração e resiliência do sistema produtivo, possibilitando a sua sustentabilidade e oportunizando a sua completa transição para a Agroecologia.

2.4 A cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.)

Há 10 mil anos o gênero *Cucurbita* faz parte da alimentação da humanidade. Com primeiros registros arqueológicos na América do Norte, 5 espécies foram domesticadas de um total de 24 espécies originárias, dentre elas a *Cucurbita pepo*. Há centenas de anos estas espécies estão presentes na culinária indígena, quilombola e camponesa no Brasil, fazendo parte do seu patrimônio material (genético) e imaterial (cultura alimentar) (Lira-Saade, 1995 citado por Ferreira, 2008).

A produção nacional de abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) é representativa nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Maranhão, Pernambuco e Rio Grande do Sul (Amaro *et al.*, 2021), chegando a 551 mil toneladas em produção (ABCSEM, 2014), sendo a produtividade média nacional da espécie 18 ton/ha (Lopes *et al.*, 2017).

As plantas da espécie *Cucurbita pepo* L. são anuais, de caule herbáceo e hábito de crescimento tipo moita. São plantas de flores monoicas, pólen pesado e, por isso, a polinização é alógama e entomófica. As suas folhas são divididas em lobos, com bordas serrilhadas, com presença de prateamento e de espinhos duros, estes também aparecendo no caule; o pedúnculo é pentagonal, não achatado na base e bastante duro. Os frutos são

cilíndricos e alongados e a colheita é iniciada a partir dos 45 dias após transplante, os frutos são colhidos verdes (Morais *et al.*, 2012; Amaro *et al.*, 2021; Lopes *et al.*, 2017).

A fenologia desta espécie é parecida com a de indivíduos do mesmo gênero, podendo ser dividida em: fase de germinação e emergência (semeadura até a expansão completa das primeiras folhas); fase de crescimento vegetativo (abertura das primeiras folhas até a antese nas primeiras flores); fase reprodutiva (antese nas primeiras flores à maturação do primeiro fruto); e fase de maturação (da maturação do primeiro aos demais frutos, com finalização do ciclo marcada pela intensa translocação de nutrientes para os últimos frutos em amadurecimento). O ciclo da cultura dura em média 90 dias (Madeira & Amaro, 2017).

Considerando que o gênero *Cucurbita* é tropical, fatores agrometeorológicos comprometem a sua produtividade. A abobrinha italiana tolera temperaturas medianas (10 a 30 °C), mas o seu desenvolvimento pleno ocorre em temperaturas entre 15 e 25°C (Madeira & Amaro, 2017). Destaca-se a importância da temperatura para a eficiência do processo de polinização, pois o trabalho das abelhas limita-se a temperaturas acima de 18°C (Couto *et al.*, 2019).

Quanto à necessidade hídrica, é importante manter disponibilidade de água durante todo o ciclo, mesmo considerando a resistência à déficit hídrico que a cultura apresenta. A utilização de irrigação possibilita incremento de produtividade mediante o sucesso da fecundação das flores, fator intimamente condicionado à disponibilidade de água (Madeira & Amaro, 2017). Garcia (2015) avaliou as respostas da abobrinha italiana à supressão de irrigação em cinco momentos durante o ciclo e, em outro experimento, irrigação diária e com intervalo de 1 a 6 dias. O autor percebeu que nos tratamentos em que a planta dispôs de mais água houve incremento em número de frutos, massa por fruto e, por isso, na produtividade.

Atualmente, discute-se o manejo de solo adotado como fator de interferência na disponibilidade de água no cultivo de hortaliças, estando o uso de cobertura de solo e revolvimento mínimo associado à melhoria da eficiência no uso da água e minimização das perdas do sistema produtivo (Andriolo, 2020; Madeira & Amaro, 2017). Comparando os sistemas, Zang (2022) constatou que o SPDH se mostra promissor para a cultura da abobrinha italiana em cultivo agroecológico, superando a produtividade média nacional. O preparo e fertilização do solo deve respeitar as necessidades nutricionais da cultura com relação às taxas de absorção de nutrientes e acúmulo de fitomassa. Para o gênero *Cucurbita*, entende-se que as espécies apresentam um padrão de crescimento reduzido nos primeiros 40 dias após semeadura (DAS), intensificando a absorção de K, N e Ca e dos demais nutrientes a partir daí (Vidigal *et al.*, 2007). A omissão de macronutrientes traz expressiva redução de crescimento e de produtividade na cultura da abobrinha italiana (Coelho *et al.*, 2020).

Os fertilizantes orgânicos são alternativas importantes em sistemas de base ecológica, visto que a mineralização dos nutrientes ocorre de forma lenta e que as abóboras e morangas costumam responder muito bem a esse tipo de adubação. As doses de aplicação de fertilizantes orgânicos devem respeitar os níveis de nutrientes do solo. No entanto, alguns autores citam a quantidade de 5 a 20 ton/ha de composto orgânico ou esterco bovino antecedendo 40 dias do transplante ou da semeadura. (Trani *et al.*, 2014; Vidigal *et al.*, 2017).

Visto a representatividade da olericultura no cenário nacional e sua relevância quanto à alimentação da população, compreende-se a importância da reavaliação da forma de preparo do solo e cultivo. O entendimento das relações edáficas é fundamental para manutenção da sustentabilidade de um sistema produtivo, capaz de preservá-lo e de possibilitar manutenção ou aumento da produção de alimentos. Para tanto, o Sistema de

Plantio Direto de Hortaliças, que se mostra como uma ferramenta importante e de acesso popular à agricultura familiar, precisa ser estudado em múltiplos aspectos para a sua consolidação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2020/2021 e 2021/2022 com a cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) na unidade de produção agroecológica da família Zanotto, localizada em Ipê/RS, com coordenadas geográficas aproximadas de latitude 28° 47'; longitude 51° 17' e altitude de 760 m. O clima da região é classificado segundo Köppen (Alvares *et al.*, 2013) como Cfb (Clima temperado, com verão ameno, chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C e precipitação de 1.100 a 2.000 mm). O solo regional se classifica como Latossolo Bruno Aluminoférrico típico (SiBCS, 2018).

Para a realização da pesquisa adotou-se os princípios teórico-metodológicos do eixo político-pedagógico da práxis do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) (Masson *et al.*, 2019; Arl *et al.*, 2019) estabelecendo-se a metodologia dialética na construção do conhecimento e discutindo-se com a família todas as definições técnicas adotadas durante o processo de produção.

A família Zanotto desenvolve cultivos de base ecológicas e extrativismo há 20 anos na propriedade, voltando seu comércio para a erva-mate, hortaliças e feijão. O manejo de solo geral adotado para a produção de hortaliças e grãos se baseia em práticas conservacionistas como a rotação de cultura e a adubação verde, ainda utilizando o pousio

e aplicações de fertilizantes orgânicos, como o esterco animal. Na área onde os experimentos foram conduzidos o histórico de adubação registra a utilização anual de esterco suíno e aplicação de calcário mediante a análise de solo realizada a cada dois anos. O controle fitossanitário geral adotado pela propriedade no cultivo de hortaliças compreende a utilização de calda bordalesa e sufocálica, óleo de neem e *Bacillus thuringiensis*.

Durante os dois anos de realização dos experimentos foi estudado o fator manejo de solo em dois níveis (usando princípios do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) e Sistema com preparo convencional do solo (SPC), neste caso caracterizado pelo revolvimento através de gradagem e uso de enxada rotativa. Além desse fator, foram realizadas quantificações quinzenais de crescimentos de plantas previamente selecionadas, configurando assim, um segundo fator: época de análise de biomassa (aos 0, 15, 30, 45, 60 e ao final do ciclo). Assim, os experimentos podem ser classificados como fatorial 2 x 6 (manejo do solo x data de amostragem da biomassa das plantas de abobrinha).

Uma área de 96 x 12 m da área destinada ao cultivo de hortaliças à campo em rotação com produção do feijão, de um total de um hectare da propriedade, foi destinada à realização dos experimentos. O delineamento experimental foi em blocos causalizados, com parcela de 144 m² e 4 repetições.

No ano agrícola 2020/2021 a cultura antecedente à implantação do experimento foi o feijoeiro. A análise de solo foi realizada no mês de março de 2020, apresentando a seguinte caracterização: pH em água = 6,4; índice SMP = 6,2; V% = 76,1; argila = 60%; CTC pH 7,0 = 15 cmolc/dm³; MO = 3,3%; P = >100 mg/dm³; K = 183,3 mg/dm³; S = < 4,6 mg/dm³; Ca = 7,6 cmolc/dm³; Mg = 3,4 cmolc/dm³ e saturação Al³⁺ = 2%.

A partir dessa análise, no mês de abril de 2020, foi realizado o manejo de solo através de subsolagem, gradagem e adubação de correção para gramíneas de inverno, conforme CQFS-RS/SC (2016), com aplicação a lanço e incorporação de 1.000 kg ha⁻¹ do fertilizante orgânico granulado classe A Niorg® (esterco e cama de aviário – N total 1,5%, carbono orgânico 20%, umidade 25%, pH 8,0, CTC/C 17,0) e 300 kg ha⁻¹ de gesso agrícola usado como condicionador de solo em função da presença de Al³⁺ (VITTI & PRIORI, 2009).

Para a definição do fator manejo de solo no experimento 1 (ano agrícola 2020/2021), nas parcelas constituídas com SPDH, para a produção de fitomassa foram utilizadas sementes crioulas das culturas do centeio (*Secale cereale*) e da aveia-preta (*Avena strigosa*) na proporção 80 e 20%, respectivamente, com densidade de 80 kg ha⁻¹, adquiridas junto a um produtor ecologista da região. A semeadura ocorreu em 15 de maio, à lanço, sucedida pelo uso de enxada rotativa (baixa profundidade) para cobrir as sementes. O manejo das plantas de cobertura foi realizado aos 150 dias após semeadura (DAS), quando as plantas chegaram ao estágio fenológico de grão leitoso.

A rolagem se deu através de arraste de um tronco de árvore com diâmetro superior a 40 cm, utilizando um trator de acordo com recomendações de Schmitt *et al.* (2019). Para as parcelas do SPC foi utilizado o pousio a partir do momento em que foi semeada adubação verde nas parcelas com SPDH. Antecedendo o transplântio das mudas realizou-se os manejos de solo preconizados pela família: gradagem e revolvimento de solo com enxada rotativa, no mesmo dia da rolagem das plantas de cobertura nas parcelas de SPDH (Figura 1).

Para a realização do experimento 2 (ano agrícola 2021/2022) a coleta de solo foi realizada após a finalização do experimento anterior, em 14 de janeiro de 2021. Desta data até final de março o solo permaneceu em pousio, quando foi realizada a adubação de correção,

que baseou-se nos resultados da análise de solo independente das parcelas SPDH e SPC de acordo com a necessidade das plantas de cobertura (gramíneas de inverno).



FIGURA 1. Vista dos blocos e repetições após a rolagem das plantas de cobertura para o SPDH (80% centeio e 20% aveia) aos 150 DAS e revolvimento do solo em SPC.

Para SPC a caracterização do solo apresentou: pH em água = 6,2; índice SMP = 6,0; V% = 75,2; argila = 40%; CTC pH 7,0 = 17,6 cmolc/dm³; MO = 2,9%; P = 16,1 mg/dm³; K = 173,3 mg/dm³; S = 4,6 mg/dm³; Ca = 9,5 cmolc/dm³; Mg = 3,3 cmolc/dm³ e saturação Al³⁺ = 0,2%.

Para SPDH, os resultados da análise de solo trouxeram as seguintes informações: pH em água = 6,2; índice SMP = 6,5; V% = 85,3; argila = 48%; CTC pH 7,0 = 16,7 cmolc/dm³; MO = 3,5%; P = 23,0 mg/dm³; K = 220,6 mg/dm³; S = 4,9 mg/dm³; Ca = 10,2 cmolc/dm³; Mg = 3,5 cmolc/dm³ e saturação Al³⁺ = 0,2%.

Desta forma, nas parcelas com no manejo de solo em SPC foram aplicados 1.388 kg ha⁻¹ do fertilizante orgânico Niorg® em cobertura, sendo o solo posteriormente gradeado e revolvido com enxada rotativa por duas vezes.

Nas parcelas com SPDH foram aplicados 1.000 kg ha⁻¹ do fertilizante orgânico granulado Niorg® em cobertura, sobre o residual da palhada das plantas de cobertura do ano anterior, após a roçada das plantas espontâneas germinadas no intervalo entre um experimento e outro. A semeadura da adubação verde foi a lanço, acrescentando 15% à densidade de semeadura preconizada no ano experimento anterior.

A rolagem das plantas de cobertura para SPDH e o preparo do solo das parcelas com SPC seguiram o preconizado no experimento 1. Aos 30 dias após transplântio, realizou-se uma adubação de cobertura na dose 300 kg ha⁻¹ para SPC e SPDH.

Quantificou-se a produção de fitomassa produzida (Mg ha⁻¹) pelas plantas de cobertura no SPDH através da metodologia de coleta de material de um ponto por parcela, de forma aleatória, utilizando um gabarito de 0,50 x 0,50 cm (0,25 m²). Após a coleta das amostras, o material foi seco em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C, durante 72 horas.

As mudas da abobrinha italiana cv. Antonella® foram produzidas em viveiro especializado da região, em bandejas de 128 células, receberam fertirrigação química e controle biológico preventivo a insetos-pragas e doenças de modo semelhante nos dois experimentos. Optou-se por esse tipo de muda em virtude da reduzida produção de mudas em viveiros especializados para a produção orgânica. Para o experimento 1, o transplântio das mudas ocorreu no dia 14 de outubro de 2020, quando as plantas estavam no estágio fenológico de uma folha verdadeira parcialmente aberta. No experimento 2, o transplântio das mudas ocorreu no dia 19 de outubro de 2021, estando as plantas no estágio fenológico

de uma folha verdadeira totalmente aberta, sendo que o ciclo se estendeu até 05 de janeiro de 2022 (80 dias).

Para ambos os experimentos o transplântio ocorreu no dia seguintes ao manejo de rolagem (SPDH) e preparo do solo (SPC), com arranjo populacional que contemplou o espaçamento de 1,00 m entre plantas e 1,00 m entre linhas de cultivo (MOURA *et al*, 2017) proporcionando 10.000 plantas ha⁻¹ e 144 plantas por parcela. No berço de cultivo foi adicionado 30 g do fertilizante orgânico granulado classe A Niorg® em ambos os experimentos. As plantas foram irrigadas por aspersão, a cada 2 dias, durante uma hora, no final do dia ou pela manhã.

Os tratos culturais realizados durante os dois ciclos de cultivo da abobrinha italiana basearam-se no controle da broca das cucurbitáceas (*Diaphania hyalinata*) com a aplicação de óleo de *neem* duas vezes por ciclo de cultivo e no controle das plantas espontâneas nas parcelas SPC, com duas roçadas a cada ciclo de cultivo da abobrinha italiana. A colheita foi realizada diariamente, considerando frutos comercializáveis aqueles com comprimento de 16 a 20 cm.

Das plantas centrais de abobrinha italiana foram selecionadas 9 plantas para quantificação de biomassa, de forma aleatória, no dia do transplântio. As plantas foram marcadas e as avaliações foram realizadas aos 0, 15, 30, 45, 60 DAT e análise final (85 DAT no primeiro experimento e 80 DAT no segundo experimento), sendo a avaliação final composta pela média da avaliação de três plantas.

Durante os experimentos as variáveis avaliadas foram: massa fresca e seca das folhas, do caule e da fração generativa (flores e frutos). Para as avaliações realizadas eliminou-se as plantas das linhas de cultivo que dividem as parcelas (linhas de bordadura para ambas as parcelas). A massa fresca das frações foi obtida na pesagem em balança de precisão e a massa seca das frações coletadas foi obtida após secagem dos materiais em

estufa de ar forçado, durante 72 horas, a 65° C ou até atingirem peso constante verificado através de balança de precisão.

A produtividade foi quantificada levando-se em consideração a população de 10.000 plantas por hectare, sendo estimada em toneladas por hectare. Foram quantificados apenas os frutos comercializáveis, descartando desta avaliação frutos com deformações por falha de polinização e defeitos fisiológicos. A quantificação da produtividade foi realizada através das plantas da análise final em ambos os experimentos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância. Para o fator qualitativo (manejo do solo), foi utilizado o Teste F ($p < 0,05$) para a diferenciação das médias. Para o fator quantitativo (data de avaliação da biomassa), foi realizada a decomposição em componentes polinomiais, sendo considerada a curva de maior grau significativo. Foi utilizado o programa estatístico WinStat (2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação dos fatores manejo de solo e data de avaliação para massa fresca de folhas (Tabelas 1 e 2) e massa fresca e seca da fração generativa (Tabelas 5, 6, 7 e 8) tanto no experimento 1 (ano agrícola 20/21) como no experimento 2 (ano agrícola 21/22). Assim, o efeito simples de cada fator foi avaliado. Para as massas seca das folhas, e massa fresca e seca do caule, não houve interação entre os fatores (Tabelas 3 e 4). Assim, os efeitos principais desses foram analisados. Houve ajustamento matemático significativo ($p > 0,05$) para curva de grau 3 para todas as variáveis avaliadas, fixando o fator quantitativo (dias após transplante - DAT).

O acúmulo de biomassa fresca nas folhas da abobrinha italiana apresentou comportamento semelhante até 45 DAT nos dois manejos do solo definidos (Sistema de Plantio Direto de Hortaliças – SPDH, e solo com preparo convencional – SPC), no experimento 1 (Tabela 1). Após essa data de avaliação, as médias de massa fresca de folha das plantas de abobrinha italiana cultivadas em SPDH superaram os valores obtidos no SPC, sendo elas 330,0 e 590,66 g planta⁻¹ e 120,57 e 303,12 g planta⁻¹, para 60 e 85 DAT nos manejos de solo SPC e SPDH, respectivamente. No experimento 2 (Tabela 2), a interação entre os fatores avaliados foi diferente, ocorrendo somente aos 30 DAT, quando a massa fresca chegou a 64,18 g planta⁻¹ e 25,81 g planta⁻¹ para SPC e SPDH, respectivamente, e aos 60 DAT, quando o acúmulo de biomassa chegou a 53,01 g planta⁻¹ e 109,65 g planta⁻¹ para SPC e SPDH, respectivamente.

TABELA 1. Massa fresca de folhas (MFfo) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21.

DAT	Manejo do solo	
	MFfo SPC (g planta ⁻¹)	MFfo SPDH (g planta ⁻¹)
0	1,49 a*	1,71 a
15	8,10 a	9,38 a
30	237,95 a	199,57 a
45	616,45 a	578,42 a
60	330,00 b	590,66 a
85	120,57 b	303,12 a
Modelo**	$y = -0,0044x^3 + 0,3726x^2 + 1,6068x$	$y = -0,0071x^3 + 0,7416x^2 - 8,0065x$
R ²	0,7522	0,964
CV (%)	53,61	

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

Ao final do ciclo de cultivo, a média da massa fresca das folhas no SPDH proporcionou valores de 200 e 150% superior em relação ao observado para SPC, no primeiro (Tabela 1) e segundo cultivo (Tabela 2), respectivamente.

TABELA 2. Massa fresca de folhas (MFfo) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22.

DAT	Manejo do solo	
	MFfo SPC (g planta ⁻¹)	MFfo SPDH (g planta ⁻¹)
0	2,19 a*	2,19 a
15	4,65 a	4,96 a
30	64,18 a	25,81 b
45	26,42 a	83,84 a
60	53,01 b	109,65 a
80	17,98 b	55,24 a
Modelo**	$y = -0,0215x^2 + 1,9792x$	$y = -0,0015x^3 + 0,1586x^2 - 2,2337x$
R ²	0,5418	0,9848
CV (%)	79,56	

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

A manutenção de folhas em plantas cultivadas no SPDH pode significar um prolongamento do período produtivo, retardando a senescência e aumentar à produtividade das plantas. Esse comportamento dá-se à medida que a complexidade do sistema se amplia e possibilita sua multifuncionalidade quanto a: controle de plantas espontâneas mediante sombreamento e alelopatia, função protetora associada a manutenção da temperatura e erosão, reestruturação do solo devido a sistemas radiculares fasciculados, aumento progressivo de biodiversidade e deposição de matéria orgânica no solo (Fayad *et al.*, 2016). Também, as folhas se caracterizam como fonte de fotoassimilados nas plantas, o que aumenta o potencial produtivo a medida que o conjunto de práticas culturais proporcionem maior capacidade de crescimento a esse órgão da planta.

A interação percebida entre os fatores avaliados quanto à massa fresca das folhas, no experimento 1 e 2, não se manteve na variável massa seca das folhas em ambos os experimentos (Tabelas 3 e 4). No entanto, no experimento 1, o efeito do manejo de solo quanto a massa seca de folhas foi percebido, trazendo média superior ao SPDH (43,12 g planta⁻¹) em comparação ao SPC (33,89 g planta⁻¹). Esse resultado pode ser justificado através do citado por Fayad *et al.* (2019), que destaca que o manejo de solo em SPDH traz maiores possibilidades de incremento de fotoassimilados, uma vez que a promoção do conforto das plantas minimiza estresses abióticos, possibilita melhor adequação das plantas às condições ambientais, fazendo com que ela consiga expressar seu potencial produtivo. No experimento 2, não foi verificado efeito do manejo do solo sobre a MSFo.

Em ambos os experimentos foi observado maior acúmulo de biomassa no caule das plantas cultivadas em SPDH (Tabelas 3 e 4). Para massa fresca de caule, quando no experimento 1 e 2 o SPDH proporcionou média superior no fator manejo de solo, aos 60 e 85 dias após transplante (DAT) foram alcançados 105,12 e 148,18 g planta⁻¹ no

experimento 1, enquanto no experimento 2, os valores observados chegaram a 22,76 e 8,51 g planta⁻¹, caracterizando decréscimo dos 60 aos 80 DAT, não percebidos no experimento 2. Não houve efeito do manejo do solo quanto ao acúmulo de massa seca de caule nas plantas de abobrinha italiana em ambos os experimentos.

TABELA 3. Massa seca de folhas (MSfo), massa fresca de caule (MFc) e massa seca de caule (MSc) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplante (DAT) no ano agrícola 20/21.

DAT	MSfo (g planta ⁻¹)	MFc (g planta ⁻¹)	MSc (g planta ⁻¹)
0	0,12	0,39	0,03
15	1,19	1,56	0,12
30	23,45	22,50	1,68
45	73,59	110,80	10,72
60	79,81	105,12	14,45
85	58,87	148,18	19,39
Modelo*	$y = -0,0009x^3 + 0,0931x^2 - 1,0702x$	$y = -0,0008x^3 + 0,0977x^2 - 1,0283x$	$y = -0,0001x^3 + 0,0145x^2 - 0,231x$
R ²	0,9696	0,9316	0,9833
Manejo de solo			
SPC	33,89 b**	57,86 b	7,55
SPDH	43,12 a	68,47 a	
CV (%)	48,60	40,28	44,16

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

A participação do caule no acúmulo de biomassa corresponde a reserva de fotoassimilados não direcionados à manutenção da planta e frutificação, servindo como uma reserva para momento de demanda por parte da planta. Esse comportamento foi percebido de forma expressiva no experimento 1, onde o acréscimo representou cerca de 43 g planta⁻¹ em 25 dias para massa fresca, ao final do ciclo. Strassburger *et al.* (2011) avaliaram o crescimento de abobrinha italiana em cultivo sem solo, no ciclo primavera-verão e verão-outono e observaram o comportamento do caule como reserva de

fotoassimilados no experimento primavera-verão, relacionando este resultado a maior radiação neste período.

TABELA 4. Massa seca de folhas (MSfo), massa fresca de caule (MFC) e massa seca de caule (MSc) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22.

DAT	MSfo (g planta ⁻¹)	MFC (g planta ⁻¹)	MSc (g planta ⁻¹)
0	0,15	0,81	0,05
15	0,63	1,25	0,10
30	9,69	7,55	1,38
45	7,28	10,22	0,90
60	13,30	22,76	3,28
80	10,21	8,51	2,37
Modelo*	$y = -7E-05x^3 + 0.006x^2 + 0.0949x$	$y = -0.0003x^3 + 0.0277x^2 - 0.3686x$	$y = -2E-05x^3 + 0.0025x^2 - 0.0264x$
R ²	0,8369	0,8813	0,7994
Manejo de Solo			
SPC	6,33	6,79 b**	1,24
SPDH		10,26 a	
CV (%)	78,34		68,90

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

No caso do presente estudo, também realizado no período primavera-verão, o manejo de solo interferiu no acúmulo de fotoassimilados no caule em ambos os experimentos, sendo a média de SPDH superior a alcançada em SPC (68,47 e 57,86 g planta⁻¹ no experimento 1, e 10,26 e 6,79 g planta⁻¹ no experimento 2, para SPDH e SPC, respectivamente).

Considerando que o balanço do acúmulo energético e a sua adequação com o consumo são ajustados periodicamente pela planta, compreende-se que a maior capacidade de produção de fotoassimilados também estimula a maior diferenciação de tecido (Fayad *et al.*, 2019a), o que pode ter contribuído, neste estudo, com o desenvolvimento de órgãos generativos mais acentuados no manejo de solo com SPDH.

Esse comportamento foi observado, uma vez que as plantas cultivadas em SPDH se destacaram quanto à fração generativa (Tabelas 5, 6, 7 e 8), em ambos os experimentos.

Para a variável massa fresca da fração generativa, no experimento 1 (Tabela 5), as médias obtidas no SPDH e SPC foram semelhantes até os 45 DAT. Posteriormente, diferiram entre os níveis de manejo do solo aos 60 e 85 dias após transplântio, sendo superiores em plantas de abobrinha italiana cultivadas em SPDH.

TABELA 5. Massa fresca da fração generativa (MFfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21.

DAT	Manejo do solo	
	MFfg SPC (g planta ⁻¹)	MFfg SPDH (g planta ⁻¹)
0	0,00 a	0,00 a
15	0,17 a	0,17 a
30	9,00 a	8,22 a
45	491,80 a	434,24 a
60	640,11 b	1013,92 a
85	993,45 b	1255,45 a
Modelo**	$y = -0,0045x^3 + 0,6647x^2 - 12,134x$	$Y = -0,0079x^3 + 1,125x^2 - 23,514x$
R ²	0,9705	0,9782
CV (%)	71,51	

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

No experimento 2 (Tabela 6), as médias obtidas no SPDH e SPC foram semelhantes até os 30 DAT sendo superiores, a partir dessa data, nas plantas cultivadas em SPDH.

TABELA 6. Massa fresca da fração generativa (MFfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22.

DAT	Manejo do solo	
	MFfg SPC (g planta ⁻¹)	MFfg SPDH (g planta ⁻¹)
0	0,00 a*	0,00 a
15	0,44 a	0,34 a
30	15,17 a	9,01 a
45	17,50 b	165,21 a
60	107,11 b	296,27 a
80	196,49 b	374,52 a
Modelo**	$y = 0,0001x^3 + 0,029x^2 - 0,7247x$	$y = -0,0023x^3 + 0,326x^2 - 6,3296x$
R ²	0,9752	0,9857
CV (%)	150,05	

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

** Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

Quanto à massa seca da fração generativa (Tabelas 7 e 8), para ambos os experimentos, o comportamento foi semelhante ao observado quanto à massa fresca.

TABELA 7. Massa seca da fração generativa (MSfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 20/21.

DAT	Manejo do solo	
	MSfg SPC (g planta ⁻¹)	MSfg SPDH (g planta ⁻¹)
0	0,00 a	0,00 a
15	0,02 a	0,02 a
30	0,87 a	0,76 a
45	20,04 a	20,30 a
60	27,49 b	43,31 a
85	42,20 b	51,58 a
Modelo**	$y = -0,0002x^3 + 0,0278x^2 - 0,5049x$	$y = -0,0004x^3 + 0,0493x^2 - 1,0035x$
R ²	0,9777	0,9801
CV (%)	65,51	

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

TABELA 8. Massa seca da fração generativa (MSfg) de abobrinha italiana cv. Antonella sob manejo do solo com preparo convencional (SPC) e em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) aos 0, 15, 30, 45, 60 e 85 dias após transplântio (DAT) no ano agrícola 21/22.

DAT	Manejo de solo	
	MSfg SPC (g planta ⁻¹)	MSfg SPDH (g planta ⁻¹)
0	0,00 a*	0,00 a
15	0,04 a	0,04 a
30	0,97 a	2,03 a
45	1,98 b	7,26 a
60	6,05 b	13,03 a
80	10,70 b	13,58 a
Modelo **	$y = -1E-06x^3 + 0,0023x^2 - 0,0432x$	$y = -0,0001x^3 + 0,0144x^2 - 0,2416x$
R ²	0,991	0,9917
CV (%)		114,32

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F (p<0,05).

**Modelo matemático fixado com base no maior grau significativo.

Considerando que a condição de produtividade de uma planta está vinculada a sua atividade fotossintética e respiratória, a maior formação de órgãos fotossintetizantes possibilita a ampliação da produção dos órgãos que se destinam ao consumo (Fayad *et al.*, 2019a). Observando o efeito do manejo de solo e resultados obtidos quanto à massa fresca de folhas, atribui-se à maior proporção de órgãos fotossintetizantes, o incremento de biomassa visto em SPDH quanto à massa fresca e seca da fração generativa, em ambos os experimentos.

De forma geral, o acúmulo de biomassa da abobrinha italiana foi maior no manejo de solo com SPDH em ambos os experimentos. As condições ambientais proporcionadas pelo SPDH propiciaram esses resultados à medida que a multifuncionalidade da cobertura de solo age sobre fatores abióticos, minimizando efeitos de amplitude de temperatura em função da presença da cobertura do solo, mantendo a sua umidade em momentos mais quentes devido à menor possibilidade de aquecimento do solo e perdas de água por evaporação, bem como supressão de plantas espontâneas.

No processo de desenvolvimento do SPDH, a produção de biomassa das plantas de cobertura é crucial para o conforto da cultura comercial e é o que garante a eficiência desse sistema (Higashikawa *et al.*, 2019). Enquanto a literatura pressupõe ao menos 10 t ha⁻¹ de massa seca ao ano (Nicholls *et al.*, 2019), a produção de biomassa das plantas de cobertura alcançou 19,5 t ha⁻¹ no experimento 1 (Figura 2) e de 9 t ha⁻¹ no experimento 2. Esta produtividade pode estar relacionada à predominância de centeio no mix utilizado (80%), planta vigorosa na produção de biomassa (Monma *et al.*, 2021). A reduzida produção de massa seca da adubação verde, no experimento 2 pode ser atribuída ao processo utilizado na sobressemeadura.



FIGURA 2. Plantas de abobrinha italiana, aos 40 DAT, no SPC (A); plantas de abobrinha italiana, aos 40 DAT, no SPDH (B).

Schimitt *et al.* (2019) colocam que a sobressemeadura da adubação verde pode ser realizada a lanço antes da roçada das plantas espontâneas, porém, a germinação é maior e mais uniforme quando a semente é depositada com equipamento, subsuperficialmente. Outro fator a considerar-se é a imobilização de nitrogênio. Devido à alta deposição de biomassa seca sobre o solo, resultante do acúmulo de biomassa de centeio e aveia adicionadas meses antes, no experimento 1 e considerando que o tipo de manejo de adubação adotado em sistemas orgânicos tende a aumentar a atividade microbiana do solo

(Schmidt *et al.*, 2013), acredita-se que a decomposição das plantas de cobertura (com alta relação C/N) resultaram em um pico de imobilização do nitrogênio pelos microorganismos, o que levou ao temporário decréscimo nos teores de N mineral disponíveis, podendo a sua liberação, não ter coincidido com as necessidades da cultura do centeio e da aveia no experimento 2, trazendo redução da disponibilidade de nitrogênio e, conseqüentemente, da produtividade das plantas de cobertura (White, 2009; Higashikawa *et al.*, 2019; Amado *et al.*, 2014).



FIGURA 3. Produção de massa seca de centeio (80%) e aveia (20%) (80 kg/ha), aos 150 DAS, após a rolagem, no experimento 1 (A); desenvolvimento de planta de centeio aos 90 DAS, no experimento 2 (B).

A participação da ciclagem de nutrientes realizada a partir da decomposição da biomassa da planta de cobertura, traz maior possibilidade de desenvolvimento de bactérias e fungos antagônicos (Meira-Haddad *et al.*). Loss *et al.* (2019) explicam que a rizosfera, estreita camada de solo próxima das raízes e onde ocorrem importantes relações raiz-solo-microorganismos, é influenciada pelo manejo de solo e que a exudação de fotoassimilados gerada por plantas de cobertura, em SPDH, promove rizodeposição de compostos. Essas relações certamente contribuíram para os resultados obtidos nos dois

experimentos, pois a rizodeposição pode alcançar de 40 a 70% dos fotoassimilados e é influenciada por fatores bióticos e abióticos, o que pode desempenhar importante papel no suprimento de água e na nutrição das plantas submetidas a este sistema.

No SPDH os microorganismos que promovem o crescimento de plantas, como rizobactérias, são altamente nutridos pela exudação oferecida pelas plantas de cobertura (Zang *et al.*, 2011), ocasionando a promoção direta de crescimento das plantas conforme observado nos experimentos. De forma indireta, essa biota atua na indução de resistência de plantas a patógenos. Possivelmente, esses fatores trouxeram os rendimentos superiores em acúmulo de biomassa nas folhas e na fração generativa de abobrinha italiana cultivadas em SPDH, bem como o acúmulo superior de fotoassimilados direcionados ao caule nesse sistema.

Contrapondo ao encontrado nesta pesquisa, Bianchini (2013), quando avaliou a produção de abobrinha italiana no preparo convencional do solo e no SPDH, obteve resultados similares entre os tratamentos. O autor avaliou a cultura da abobrinha italiana durante 3 anos, comparando o uso de cobertura de solo com aveia, consórcio de culturas (aveia, ervilhaca e nabo forrageiro) com o preparo convencional e atribuiu os resultados à maior disponibilidade de nitrogênio no sistema convencional. No entanto, o autor reforça que o seu período de estudo não considera o SPDH consolidado e que, mediante o avanço da complexidade do sistema, os resultados podem ser diferentes.

No experimento 1, a produtividade em SPDH alcançou 11,4 t ha⁻¹, enquanto SPC trouxe rendimento de 7,7 t ha⁻¹. Resultados semelhantes foram observados por Silva (2017), quando avaliou a cultura da abobrinha italiana em SPDH sob diferentes lâminas de irrigação e obteve 12 t ha⁻¹ em SPDH utilizando crotalária como cobertura de solo e 9 t ha⁻¹ de abobrinha italiana em solo com preparo convencional. No experimento 2, a produtividade para SPDH foi de 2,4 t ha⁻¹ e para o SPC de 1,2 t ha⁻¹. Com relação à média

de produtividade nacional para a espécie, que considera manejo e tratamento fitossantário convencional e é citada por Lopes *et al.* (2017), a produtividade está abaixo do esperado (18 t ha⁻¹). Comparando os sistemas de manejo de solo, Zang (2022) encontrou produtividade média de abobrinha italiana em cultivo agroecológico acima da média nacional. A autora utilizou densidade de 12.000 plantas ha⁻¹ e, quando comparou o manejo SPDH (utilizando leguminosas) com pousio, obteve 30 t ha⁻¹ para SPDH, comparando a 18,5 t ha⁻¹ em sistema com pousio. Esse resultado pode estar relacionado à temperatura superior observada no local de realização desse experimento (Santa Helena/PR).

As variações de produtividade obtidas no presente estudo, quando comparados os experimentos 1 e 2, podem estar relacionadas a fatores ambientais (Puiatti & Silva, 2005). Considerando que o gênero *Cucurbita* é tropical, fatores agrometeorológicos podem comprometer sua produtividade. A abobrinha italiana tolera temperaturas medianas (10 a 30 °C), mas o seu desenvolvimento pleno ocorre em temperaturas entre 15 e 25 °C (Madeira & Amaro, 2017). Conforme dados de temperatura fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia para a Estação Climatológica Bento Gonçalves, durante os meses de setembro de 2021 e fevereiro de 2022, houve registro alguns registros de temperaturas mínimas próximas de 10 °C, e de temperaturas máximas que superaram os 30 °C ao final do ciclo da abobrinha italiana (Figura 4).

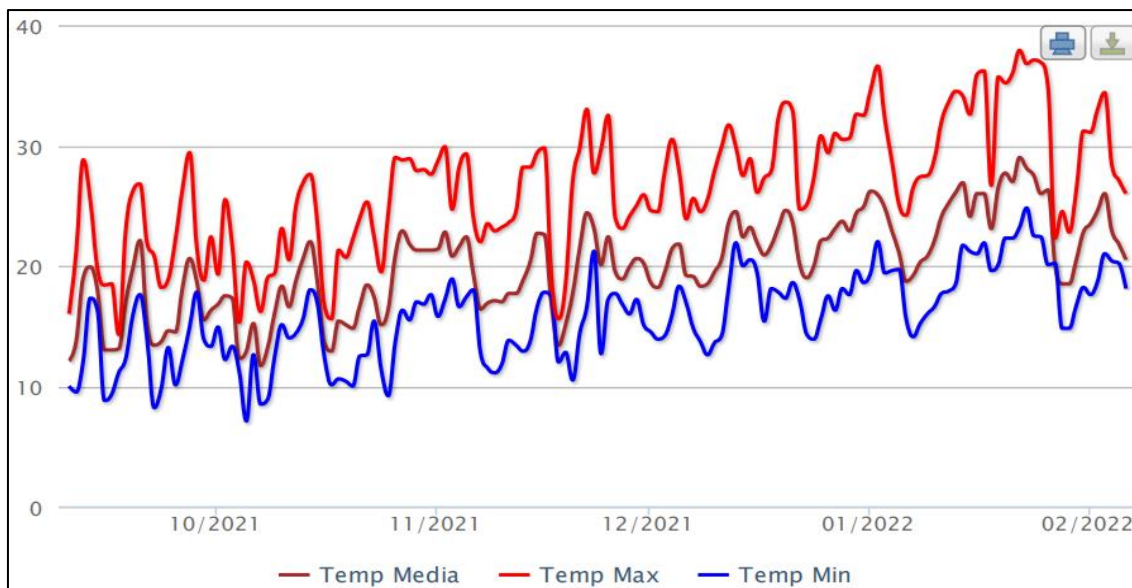


FIGURA 4. Temperatura média, máxima e mínima registrada pela Estação Climatológica de Bento Gonçalves, no período de 15 de setembro de 2021 a 10 de fevereiro de 2022. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2023.

O crescimento das plantas, em ambos os manejos de solo realizados no experimento 2, mesmo seguindo o preconizado na literatura para a cultura, foi muito inferior ao esperado. No entanto, tendo em vista os aspectos relacionados à temperatura, não se considera que este fator tenha trazido tamanha definição e influência na redução de rendimentos de massa seca e fresca de folhas, caule e fração generativa nas plantas do experimento 2. Em contraponto, sabe-se que aspectos fisiológicos podem trazer tal comprometimento de resultado (Madeira & Amaro, 2017).

De forma geral, o destaque no crescimento das plantas cultivadas em SPDH pode ser atribuído ao acréscimo de matéria orgânica percebida do experimento 1 para o experimento 2, que aumentou 0,2% no solo manejado com SPDH e reduziu 0,4% para SPC. O centeio é uma planta de cobertura que apresenta relação C/N igual a 34/1 (Doneda *et al.* 2012), o que torna sua palha uma cobertura duradoura sobre o solo.

Para Schultz *et al.* (2020), o tempo de permanência da palhada sobre a superfície do solo, para plantas de cobertura, é uma característica desejável, visto sua função protetora. Na realização do experimento 2 encontrou-se resíduos vegetais de centeio no

momento da sobressemeadura, indicando a permanência da palhada por um ano sobre o solo, o que justifica, também, o resultado obtido quanto à deposição de MO em um ano de experimentação. Com isso, o manejo de solo em SPDH possibilita maior controle de plantas espontâneas com relação ao SPC. A palhada da cultura do centeio exerce controle físico e alelopático (Sikora, 2021; Heckler & Salton, 2002), o que favorece maior crescimento das plantas cultivadas em SPDH.

A formação de grumos no solo associa-se a sua capacidade de retenção de água, uma vez que lhe confere maior porosidade total (Loss *et al.* 2017). Por isso, é possível atribuir à presença da cobertura de solo influência sobre a formação de grumos e manutenção da umidade, que conseqüentemente, atribuiu maior desempenho em acúmulo de biomassa, em ambos os experimentos e a mais de uma variável, às plantas de abobrinha italiana submetidas ao manejo de solo com SPDH.

O cultivo em SPDH, que traz pluralidade de fatores envolvidos, pode trazer alguns à discussão em dois anos de avaliação. A abrangência do sistema, que envolve desde alterações na dinâmica de nutrientes no solo, até as relações entre indivíduos envolvidos no processo, expressa-se de forma mais efetiva a partir da sua aplicação continuada, o que pode caracterizar a sua consolidação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as condições experimentais e os resultados obtidos é possível concluir que o manejo de solo interfere no acúmulo de biomassa da abobrinha italiana; e que o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças proporciona, para a abobrinha italiana, melhor desempenho agrônômico em comparação ao manejo do solo com preparo convencional.

O SPDH apresenta-se como uma ferramenta com potencial para instrumentalização da agricultura familiar e ecológica. A partir do que foi percebido confirma-se a utilização de tronco de árvore de arraste como alternativa ao rolo-faca e ferramenta eficiente na rolagem das plantas de cobertura; ratifica-se a importância da utilização de equipamento de semeadura para garantia da eficiência de germinação e desenvolvimento das plantas de cobertura na sobressemeadura; confirma-se a adaptabilidade da abobrinha italiana ao manejo em SPDH, reforçando a necessidade de ampliação dos estudos acerca do comportamento da cultura em diferentes cenários neste manejo.

A relevância dos resultados obtidos, principalmente no experimento 1, mostra a necessidade de mais aprofundamento na multidisciplinaridade envolvida, a fim de conhecer detalhadamente quais os processos naturais são envolvidos para a consolidação e estabilidade no sistema. A olericultura carece de práticas regenerativas, que garantam a produtividade e a manutenção do sistema produtivo. É fundamental que sejam

continuadas as pesquisas a respeito da aplicação das técnicas do SPDH à abobrinha italiana e outras culturas, para que se continue evoluindo no entendimento das possibilidades de transformação dos preceitos já construídos sobre manejo de solo no cultivo de hortaliças.

REFERÊNCIAS

- ALFAIA, S. S.; UGUEN, K. Fertilidade e manejo do solo. *In: MOREIRA, F. M. S. M. et al. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal.* Lavra: Ed. UFLA, 2013.
- ALTIERI, M. A. Breve reseña sobre los orígenes y evolución de la Agroecología en América Latina. *Agroecología*, Murcia, v. 10, n. 2, p. 7-8, 2015.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 57, p. 245-257, jun. 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AMADO, T. J. C.; FIORIN, J. E.; ARNS, U.; NICOLOSO, R. S.; FERREIRA, A. O. Adubação verde na produção de grãos e no sistema de plantio direto. *In: LIMA FILHO, O. F. et al. (ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e práticas.* Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 81-126.
- ANDRIOLO, J. L. *Olericultura geral*. 3. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2020.
- ARL, V.; CHRISTOFFOLI, P. I.; FAYAD, J. A. Sistema de plantio direto de hortaliças: uma práxis da transição agroecológica com a agricultura familiar. *In: FAYAD, J. A. et al. (org.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção.* São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 39-54.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS – ABCSEM. **Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil.** Campinas: ABCSEM, 2012. Disponível em: https://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%20a%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%20as%20-%2029MAIO2014.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.
- BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. *In: BRANDÃO FILHO, J. U. T. et al. (comp.). Hortaliças-fruto.* Maringá: Eduem, 2018. E-book. p. 113-162. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>. Acesso em: 8 jan. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 25 jul. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm. Acesso em: 19 jan. 2023.

BREITENBACH, R. Participação econômica das atividades de subsistência na agricultura familiar. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n.1, p. 53-68, jan./abr. 2018.

CANTÚ, R. R.; VISCONTI, A.; SCHALLENBERGER, E.; MORALES, R. G. F.; LOURENZI, C. R. Como o uso de adubos orgânicos pode ser uma alternativa no SPDH? *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**: método de transição para um novo modelo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 125-138.

CEASA SERRA. **Assembleia geral ordinária**. Caxias do Sul: Ceasa Serra, 2020. Apresentação em power point.

CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: L&PM, 1987.

CHALES, B. S.; RODRIGUES, L. A. D.; PIMENTA, D. N. Agroecologia e saúde coletiva na construção dos agrotóxicos como problema de saúde pública no Brasil. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 46, p. 363-376, jun. 2022. Número especial, 2.

COUTO, R. R.; EVALD, E.; FERREIRA, G. W. Moranga híbrida tetsukabuto. *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**: método de transição para um novo modelo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 303-324.

DAROLT, M. R. As principais correntes do movimento orgânico e suas particularidades. *In*: DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica**: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002. p. 18-26.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v 36, n. 6, p. 1714-1723, nov./dez. 2012.

DUTRA, T.; CAMARGO, T. S.; SOUZA, D. O. G. As relações teórico-metodológicas entre o pensamento de Paulo Freire e a educação ambiental crítica e transformadora: um olhar a partir dos temas geradores. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 26, n. 1, p. 603-632, 2021. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/11760/9072>. Acesso em: 23 jan. 2023.

FAYAD, J. A.; ARL, V.; VELHO, N. J.; MÜLLER JUNIOR, V.; GUARDINI, R.; VENTURA, B. S.; COUTO, R. R.; KOERICH, C. Cultivo do tomateiro. *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**: método de transição para um novo modelo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019 p. 253-277.

FAYAD, J. A.; MARCHESI, D. R.; FAYAD, S. J. Fisiologia da produção e nutrição de plantas. *In: FAYAD, J. A. et al. (org.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção.* São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 139-152.

FERNANDES, G. B.; LACEY, H. Transgênicos no Brasil: minando a segurança alimentar e a agricultura sustentável. *In: CARMO, D. L. et al. (org.). Diálogos transdisciplinares em agroecologia: projeto café com agroecologia.* Viçosa, MG: FACEV, 2021. cap. 10, p. 138-154.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.

HIGASHIKAWA, F. S.; KURTZ, C.; BRUNETTO, G.; GATIBONI, L. C.; LOURENZI, C. R. Conceito em fertilidade do solo em SPDH. *In: FAYAD, J. A. et al. (org.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção.* São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 85-100.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados preliminares.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html/>. Acesso em: 8 jan. 2019.

LOPES, J. F.; AMARO, G. B.; BARBERI, R. L. Cultivares. *In: NICK, C.; BORÉM, A. Abóboras e morangas: do plantio à colheita.* Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. p. 70-96.

LOSS, A. GONZATTO, R.; CESCO, S.; MIMMO, T.; PII, Y.; VENTURA, B. S.; GIUMBELLI, L. D.; SOARES, C. R. F. S.; PAULA, B.; BRUNETTO, G. Rizosfera e as relações que ocorrem no seu entorno. *In: FAYAD, J. A. et al. (org.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção.* São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 175-200.

MADEIRA, N. R.; AMARO, G. B. Exigências climáticas e ecofisiológicas. *In: NICK, C.; BORÉM, A. Abóboras e morangas: do plantio à colheita.* Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. p. 21-35.

MASSON, I.; ARL, V.; WUERGES, E. W. Trajetória, concepção metodológica e desafios estratégicos junto ao Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). *In: FAYAD, J. A. et al. (org.). Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção.* São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 25-38.

MESQUITA, M. G. B. F.; DIAS JUNIOR, M. S. Física do solo. *In: MOREIRA, F. M. S. et al. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal.* Lavra: Ed. UFLA, 2018. p. 63-74.

MOLLISON, B.; SLAY, R. M. **Introdução à permacultura.** Brasília, DF: MA/SDR/PNFC, 1998. 204 p. Disponível em: https://permacultura.paginas.ufsc.br/files/2016/07/introducao_a_permacultura.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

MORAIS, J. W.; OLIVEIRA, F. G. L.; BRAGA, F. R.; KORASAKI, V. Mesofauna. *In*: MOREIRA, F. M. S. M. *et al.* **O ecossistema solo**: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavra: Ed. UFLA, 2018. p. 183-200.

MOREIRA, F. M. S. M.; CARES, J. E.; ZANETTI, R. B.; STÜRNER, S. L. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. *In*: MOREIRA, F. M. S. M. *et al.* **O ecossistema solo**: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavra: Ed. UFLA, 2018. p. 13-30.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; VAZQUEZ, L.; VENTURA, B. S.; FERREIRA, G. W.; COMIN, J. J. Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: princípios de transição para sistemas de produção ecológicos e redesenho de propriedades familiares. *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**: método de transição para um novo modelo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 55-62.

OLIVEIRA, D.; GRISA, C.; NIERDELE, P. Inovações e novidades na construção de mercados para a agricultura familiar: os casos da Rede Ecovida de Agroecologia e da RedeCoop. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 1, p. 135-163, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/224128>. Acesso em: 12 jan. 2023.

PLEIN, I. T. T. Agroecologia: um caminho. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 14962-14975, fev. 2022.

RASIA, T. I. L. **Influência da olericultura na suscetibilidade à erosão laminar na APA Rota do Sol, Rio Grande do Sul**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. **Radiografia da agropecuária gaúcha 2020**. Porto Alegre: SEAPDR, 2020.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

SARPA, M.; FRIEDRICH, K. Exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de câncer no contexto da saúde coletiva: o papel da agroecologia como suporte às políticas públicas de prevenção do câncer. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 46, p. 407-425, jun. 2022. Número especial, 2.

SCHIMITT, D. R.; SGROTT, E. Z.; MAZURANA, M.; DAMBRÓS, R. N. Máquinas e implementos utilizados e desenvolvidos no Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**: método de transição para um novo modelo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 227-237.

SOARES, E. A. A.; SANTOS, S. C. L.; SILVA, L. K. C.; CARDOSO, J. E. N.; COSTA, Z. L. C. M. Sistemas de produção de base ecológica: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 8, [art.] e59810817554, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17554>. Acesso em: 16 out. 2021.

THIES, V. F.; CONTERATO, M. A. Da produção de tabaco ao cultivo de alimentos: novidades e transições sociotécnicas na agricultura familiar de Porto Vera Cruz - RS. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 62-78, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/23658/pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

VIDIGAL, S. M.; PUIATTI, M.; SEDIYAMA, M. A. N. Correção do solo e adubação. *In*: NICK, C.; BORÉM, A. **Abóboras e morangos: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. p. 49-69.

WHITE, R. **Princípios e práticas da ciência do solo: o solo como um recurso natural**. 4. ed. São Paulo: Andrei Editora, 2009. 426 p.

WILLER, H.; MEIER, C.; SCHLATTER, B.; DIETEMANN, L.; KEMPER, L.; TRÁVNÍČEK, J. The word of organic agriculture 2021: summary. *In*: WILLER, H.; TRAVNICEK, J. *et al.* (ed.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2021**. Frick: Research Institute of Organic Agriculture – FiBL; Bonn: IFOAM - Organics International, 2021. p. 20-30. Disponível em: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

ZANELLA, M.; FELTRIN, R. H.; BLAY, C. L. M. Cultivo do chuchuzeiro. *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção**. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 281-301.

ZANELLA, M.; MÜLLER JUNIOR, V.; KOERICH, C. Cultivo da de brássicas: couve-flor, brócolis e repolho. *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção**. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 225-254.

ZANELLA, M.; PETRY, H. D.; MARCHESI, D. R. A produção de sementes e mudas. *In*: FAYAD, J. A. *et al.* (org.). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modelo de produção**. São Paulo: Expressão Popular, 2019. p. 237-250.

ZANG, A. C. **Plantas de cobertura em sistema de plantio direto agroecológico na região oeste do Paraná**. 2022. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais e Sustentabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Santa Helena, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/30047/1/plantiodiretohortalicasagroecologico.docx.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ZEICH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, M. N.; CANDIOTTO, G.; GARNUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.