

Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

O cultivo do tomate



BOLETIM DIDÁTICO Nº 131
MAR/ 2016

Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

O cultivo do Tomate

Coordenação:
Jamil Abdalla Fayad
Jucinei José Comin
Ildegardis Bertol



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Florianópolis
2016

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347 - Itacorubi, Caixa Postal 902
88034-901 - Florianópolis - SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000 - fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Revisado pela gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Coordenadores:

Jamil Abdalla Fayad- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Florianópolis, SC.

Jucinei José Comin- Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Ildegardis Bertol- Engenheiro agrônomo, Dr., CAV / UDESC / Lages, SC.

Colaboradores

Ver páginas 9 e 10

Editoria técnica: Jamil Abdalla Fayad

Revisão textual: Jucinei José Comin

Arte-final: André Jaime Lopes (designer gráfico - andre.jaime@yahoo.com.br)

Capa: Planta de tomate no sistema de plantio direto no verde.

Primeira edição: março de 2016

Tiragem: 3000 exemplares

Impressão: Dioesc

É permitida a reprodução parcial deste que citada a fonte.

Ficha catalográfica

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; BERTOL, I. (coord) *Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): O cultivo do tomate*. Florianópolis: Epagri, 2016. 96p. (Epagri. Boletim Didático, 132)

Tomate; Plantio direto; Santa Catarina.

ISSN 1414-5219



APRESENTAÇÃO

A sociedade vem exigindo alimentos saudáveis, livres de agroquímicos e transgênicos e de alto valor biológico. A paisagem do meio rural Catarinense desenhada pela agricultura familiar, formada por lavouras, pastagens, pomares, florestas, bosques e corredores ecológicos interligando córregos e rios, conspira com esse desejo da sociedade. No Brasil, a produção de grãos somente conseguiu avançar nestes últimos 40 anos no controle da erosão hídrica através do sistema plantio direto na palha, mas não no sentido da produção limpa. Já na atividade leiteira, principalmente em Santa Catarina, a produção no sistema a base de pasto em manejo rotativo com ênfase em Voisin, vem caminhando rapidamente para um sistema limpo de agroquímicos e transgênicos.

Em se tratando de hortaliças, permanece arraigado o sistema convencional com intensivo uso do solo e agroquímicos, derivando para os problemas de erosão hídrica, contaminação do solo, água, alimentos e pessoas, e perda de produtividade, qualidade e renda.

Neste contexto, o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) se apresenta como uma das formas de transição mais ecológica de produção de hortaliças saudáveis, para a sociedade e o ambiente natural, capaz de gradualmente tornar mais equilibradas as relações presentes neste cenário.

Há mais de vinte anos a Epagri iniciou o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), agregando a pesquisa e a extensão e aprofundando relações técnico-científicas com ONG's, a UFSC/CCA e a UDESC/CAV. Uma parcela dessas instituições vem desenvolvendo o SPDH mediante Lavouras de Estudo, pesquisa com participação da comunidade, cursos, viagens de estudos, encontros de socialização de resultados entre Lavoureiros e comunidade, palestras e publicações. Vale salientar que o SPDH é uma proposta de transição para toda a agricultura familiar que pratica o sistema convencional ou industrial, capaz de dinamizar as transformações nos sistemas de produção e consumo de alimentos, para que evoluam no sentido da complexidade, promovendo a saúde de plantas e melhorando as relações sociais, políticas, econômicas e ambientais.

A Diretoria Executiva.



AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Chamada MCTI/MAPA/MDA/MEC/MPA/CNPq Nº 81/2013 e ao Ministério do Desenvolvimento Agrário, que proporcionou o apoio financeiro ao projeto “Consolidação e formalização do Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Agroecologia – NEPEA-SC”.

Secretaria da
Agricultura Familiar

Ministério do
Desenvolvimento Agrário





Paisagem da Agricultura Familiar catarinense composta por florestas, bosques e lavouras, entremeados por corredores ecológicos .

Equipe de Coordenação

Jamil Abdalla Fayad- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Florianópolis, SC.

Jucinei José Comin- Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Ildegardis Bertol- Engenheiro agrônomo, Dr., CAV / UDESC / Lages, SC.

Equipe de Geração e Adaptação de Conhecimentos

Altamiro Moraes Filho – Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / GRF, Florianópolis, SC.

Álvaro Mafra- Engenheiro agrônomo, Dr., CAV / UDESC / Lages, SC.

Arcângelo Loss – Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Carlos Allberto Koerich- Técnico Agrícola, Epagri / Angelina, SC.

Carlos Frischknecht - Engenheiro agrônomo, Epagri / Imaruí, SC

Carlyle Holl Cirimbelle- Engenheiro agrônomo (em memória)

Claudinei Kurtz- Engenheiro agrônomo, Dr., Epagri / EEItuporanga, SC.

Cledimar Rogério Lourenzi – Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Cassiele Lusa Mendes Bley- Engenheira agrônoma, Epagri / Antonio Carlos, SC.

Dalvo Knaul- Agricultor / Lavoureiro de Ituporanga, SC.

Daniel Schimitt- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Ituporanga, SC.

Darlan Rodrigo Marchesi- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Criciúma, SC.

Édio Zunino Sgrott- Engenheiro agrônomo, Epagri / Ituporanga, SC.

Edson Walmor Wuerges- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Palhoça, SC.

Gustavo Bruneto - Engenheiro agrônomo, DR., UFSM / Santa Maria, RS

Henrique Petri- Engenheiro agrônomo, Dr., Epagri / EEUrussanga, SC.

Jamil Abdalla Fayad- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Florianópolis, SC.

Janaina Heinzen- Engenheira agrônoma, Mestranda, bolsista CNPq, CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

José Orlando Borguezan – Engenheiro agrônomo, Epagri / GRFlorianópolis, SC.

Jucinei José Comin- Engenheiro agrônomo, Dr., UFSC / CCA / Florianópolis, SC.

Leandro do Prado Wildner - Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri/CEPAF/Chapecó, SC.

Marcelo Zanella – Engenheiro agrônomo, Epagri/GRF, Florianópolis, SC.

Nilvo Knaul- Agricultor / Lavoureiro de Ituporanga, SC.

Nuno Rodrigo Madeira- Engenheiro agrônomo, Dr., Embrapa Hortaliças / Brasília, DF.

Paulo Emilio Lovato – Engenheiro agrônomo, Dr., CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Paulo Francisco da Silva -Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri/ GERP/ Florianópolis, SC

Remi Natalin Dambrós- Engenheiro agrônomo, M.Sc., Epagri / Videira, SC.

Rosilda Helena Feltrin- Engenheira agrônoma, Epagri / Antonio Carlos, SC.

Samira Jamil Fayad- Química, Dra., UFSC / DQ / Florianópolis, SC.

Valdonir Hofmann- Agricultor / Lavoureiro de Ituporanga, SC.

Vanessa Arenhart - Engenheira agrônoma/ Rancho Queimado,SC

Vilmar Müller Júnior- Engenheiro agrônomo, Mestrando, CCA / UFSC / Florianópolis, SC.

Vitor Gabriel Ambrosini - Engenheiro agrônomo, doutorando UFRGS-RS.

Zita Hofmann- Agricultora / Lavoureira de Ituporanga, SC.

SUMÁRIO

1- O CULTIVO DO TOMATEIRO EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS A PARTIR DE CAÇADOR-SC	11
2- OBJETIVOS E EIXOS DO SPDH	19
3- O TOMATEIRO (<i>Lycopersion esculentum</i>, Mill)	23
3.1- Cultivares para mesa.....	24
4- ECOFISIOLOGIA.....	26
4.1- O Clima	29
4.2- A Produção e a Alocação de Biomassa	30
5- A PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO	35
5.1- A Seleção Própria de Sementes	35
5.2 - A Produção de Mudanças	36
5.3- Mecanização para o SPDH	41
5.3.1- Preparo da Área para Plantio	46
5.3.2- Preparo do Berçário	52
5.4- Critérios para Escolha de Espaçamento de Plantio e Condução da Planta.....	56
6- FERTILIDADE DO SOLO	59
6.1- Correção da Acidez e da Quantidade de Fósforo e Potássio	61
6.2- Adubos Verdes.....	62
7- NUTRINDO AS PLANTAS COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO ESTOQUE DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DA PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	66
7.1- Absorção de Nutrientes.....	74
8- AMBIENTE ESTRESSANTE	83
9- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	86

1- O CULTIVO DO TOMATEIRO EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS A PARTIR DE CAÇADOR-SC

No Brasil, assim como nas principais regiões produtoras de tomate em Santa Catarina, no Planalto Catarinense, no Litoral e no Alto Vale do Rio do Peixe, predomina o cultivo com o uso intensivo do solo e água, com elevadas quantidades de adubos fornecidas na base, em cobertura e nas folhas, e com condução das plantas em cerca cruzada com 11 a 15 cachos florais. Nesse sistema tem ocorrido o uso inadequado e em excesso de água na irrigação, feita via sulco e aspersão, com consequente ocorrência de erosão hídrica, desequilíbrio nutricional e utilização intensiva de agrotóxicos.

Com a crescente preocupação com a degradação e perdas de solo decorrentes do sistema de preparo convencional (SPC) do solo, surgiu no Brasil no início da década de 70, o movimento do Plantio Direto na palha. Esse movimento conservacionista também foi adotado nos experimentos com tomate em cultivo mínimo na Estação Experimental da Epagri de Caçador (EECdor), com cebola na Estação Experimental da Epagri de Ituporanga (EEIt) e nos trabalhos de extensão rural com plantio direto na palha com tomate, brássicas, moranga e cebola, e cultivo de alho após a incorporação de adubos verdes. Entre os benefícios do plantio direto cita-se a redução da erosão, a melhoria da estrutura física do solo, o aumento de retenção de água, a redução na amplitude térmica do solo, o aumento da biota e da fertilidade do solo. Com o uso do chamado manejo integrado tem sido possível facilitar o controle de plantas espontâneas, pragas e até de doenças, quando associado a uma adequada rotação de culturas.

A despeito desses benefícios, o plantio direto, aqui denominado de plantio direto convencional, continua fortemente dependente de insumos de síntese química, tais como os adubos altamente solúveis e agrotóxicos, com destaque para os herbicidas. Por isso surgiu a necessidade de construir um sistema de produção, que além de diminuir expressivamente as perdas de solo, água e nutrientes, promovesse a gradativa eliminação do uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, diminuísse o custo ambiental e de produção, mantivesse ou até aumentasse o rendimento das culturas e promovesse o conforto do trabalho humano e a saúde dos trabalhadores e consumidores.

É nessa perspectiva que surgiram os resultados na EECdor da Epagri das primeiras experiências do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) no ano de 1998. Consolidava-se assim uma resposta ao cultivo de hortaliças nos modelos convencional, do cultivo mínimo e do plantio direto na palha. Naquela época, participaram do grupo de trabalho o Centro de Pesquisa e Assessoria Agrícola (Cepagri), quando foi

aprofundado o conceito de “transição” de um modelo de agricultura fragilizado e dependente para outro mais equilibrado e autônomo, e a Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc-CAV), que ampliaram os conceitos e melhoraram as práticas de manejo sobre a rotação de adubos verdes e de culturas, o manejo da água no SPDH e estipularam a necessidade de produzir o mínimo de 10 toneladas de matéria seca por hectare e ao ano pelas plantas que compõem o plano de rotação (Figura 1).



Figura 1- Experimento com tomate na Estação Experimental da Epagri. Caçador, 1998.

Alguns desses conceitos e práticas foram adotados e aprimorados nos experimentos de SPDH conduzidos na EEIt e nas regionais da Epagri de Ituporanga e da Grande Florianópolis a partir de 2005, mas principalmente nas Lavouras de Estudos conduzidas pelos Lavoureiros do SPDH em tomate, melancia, moranga híbrida, chuchu, brássicas, cebola, mandioquinha-salsa e alface. Nessa fase passam a integrar o grupo de trabalho pesquisadores e extensionistas da Epagri, “facilitadores” do Projeto Microbacias 2, professores e alunos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC-CCA), Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Agroecologia (NEPEA-SC), que agregaram os conceitos da “transição agroecológica”, da convivência das plantas comerciais com plantas espontâneas, o plantio direto no verde, o aperfeiçoamento e ampliação do eixo técnico-científico na promoção de saúde e conforto de plantas, a rotação de adubos verdes, e a rotação destes com as culturas comerciais e com animais manejados no sistema de Pastoreio Racional Voisin (PVR). A meta de no final do

processo de transição agroecológica é a adoção de sistemas agroflorestais (SAFs).

A cronologia simplificada da evolução da complexidade dos sistemas de cultivo, com destaque para o SPDH, está apresentada na Figura 2. Antes da década de 60, os sistemas de cultivo se valiam do uso do SPC do solo, essencialmente com uso de tração animal, prática da adubação verde, em especial com leguminosas, e da adubação orgânica, em função da presença da produção animal nas propriedades familiares para a alimentação da família e fonte de renda complementar. Com a disponibilidade de uma gama de máquinas agrícolas para realizar o preparo do solo na década de 60, o que também facilitava o controle de plantas espontâneas, o sistema de cultivo convencional se consolidou. Em seguida se incorporou no SPC a prática da adubação verde, mas o sistema foi associado ao uso massivo de agrotóxicos e causou aumento considerável das perdas de solo por erosão hídrica.

Para sanar os problemas de perdas de solo, água e nutrientes ocasionados pelo SPC, surgiu nos anos 70, no Sul do Brasil, o Plantio Direto na Palha (PD). O sistema se pautava nas tecnologias industriais de controle químico de plantas espontâneas, o mínimo revolvimento do solo e preconizava a produção de matéria seca pelo cultivo de adubos verdes para se realizar o plantio direto, tendo na base o princípio “limitado à conservação do solo”. Em seguida, na década de 80, surge o Sistema Plantio Direto (SPD), com mínimo revolvimento e cobertura permanente do solo com adubos verdes e rotação de culturas, o que alguns autores estão chamando de “Agricultura conservacionista”.

A partir desse quadro surge na década de 90 o SPDH com uma proposta de ruptura. O SPDH tem como princípio básico a construção coletiva da transição da agricultura convencional para a agricultura agroecológica. Seus objetivos são diminuir, até eliminar, o uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis; reduzir a dependência de insumos e os custos de produção; e manter e aumentar a produtividade dos cultivos.

Buscando avanços na complexidade do SPDH, no qual muitos produtores de hortaliças são especializados em determinada cultura agrícola, incluíram-se nos eixos técnico-científicos o manejo dos adubos verdes e plantas espontâneas para manter a cobertura verde por maior tempo possível (SPDH no verde) e a entrada do componente animal, com produção alicerçada no pastoreio racional Voisin (PRV). O próximo passo na evolução da complexidade do sistema seria o SPDH associado à produção animal com PRV, a presença do componente arbóreo nas pastagens e a substituição dos insumos de síntese química por insumos de origem orgânica e produzidos na própria propriedade. A meta de complexidade máxima do sistema agrícola preconizada pelo SPDH é a diversificação da produção através dos sistemas agroflorestais (SAFs); e a construção de bosques e corredores ecológicos.

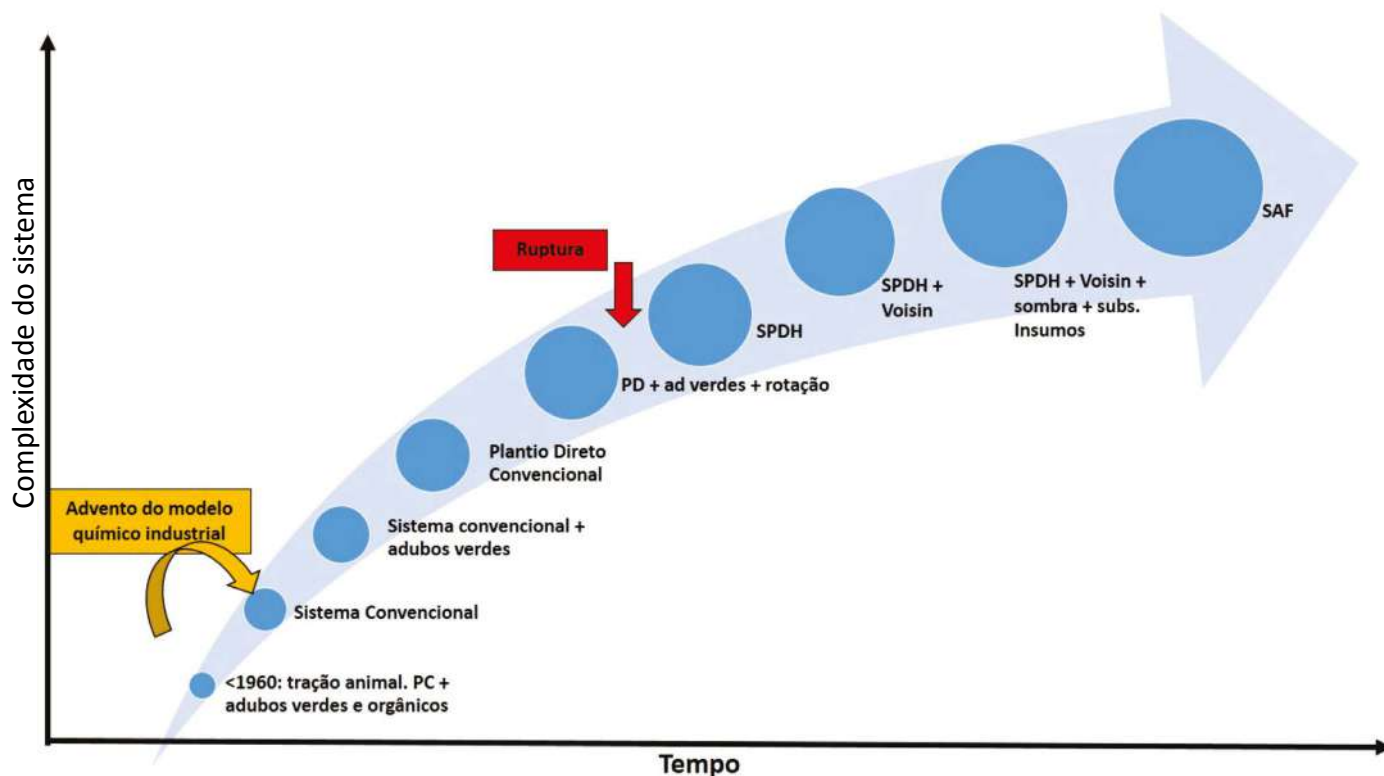


Figura 2- Evolução da complexidade em sistemas de produção.

Em relação à construção do SPDH de tomate, partiu-se dos conhecimentos básicos sobre o uso de plantas de cobertura, fertirrigação, condução verticalizada da planta, uso da calda bordalesa e indutores de resistência, arranjo espacial das plantas, quantidade de cacho e haste por planta, lançamento da cv. Marcia e equipamentos agrícolas, e estabeleceu-se os primeiros trabalhos com os tomaticultores. O trabalho foi coordenado pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Caçador e Macieira (SITRUC) (Figura 3).

O que deflagrou o estabelecimento deste trabalho coletivo foram duas safras consecutivas com custos de produção maiores que os de venda, tendo como consequência geração de dívidas dos tomaticultores. Esses fatos impeliram os trabalhadores a fecharem a agência do Banco do Brasil de Caçador e, duas semanas após, as demais agências bancárias dos municípios da região do Vale Alto do Rio do Peixe (Figura 4). Fruto da pressão desses eventos é que foi possível a abertura de diálogo entre os tomaticultores organizados em torno da Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar da Região Sul (Fetraf-Sul), e o Governo Federal para renegociação das dívidas.



Figura 3- Encontro de coordenadores sindicais para discutir a agricultura e planejar ações de SPDH. Salão da associação dos funcionários da Epagri, Caçador-SC, 1999.

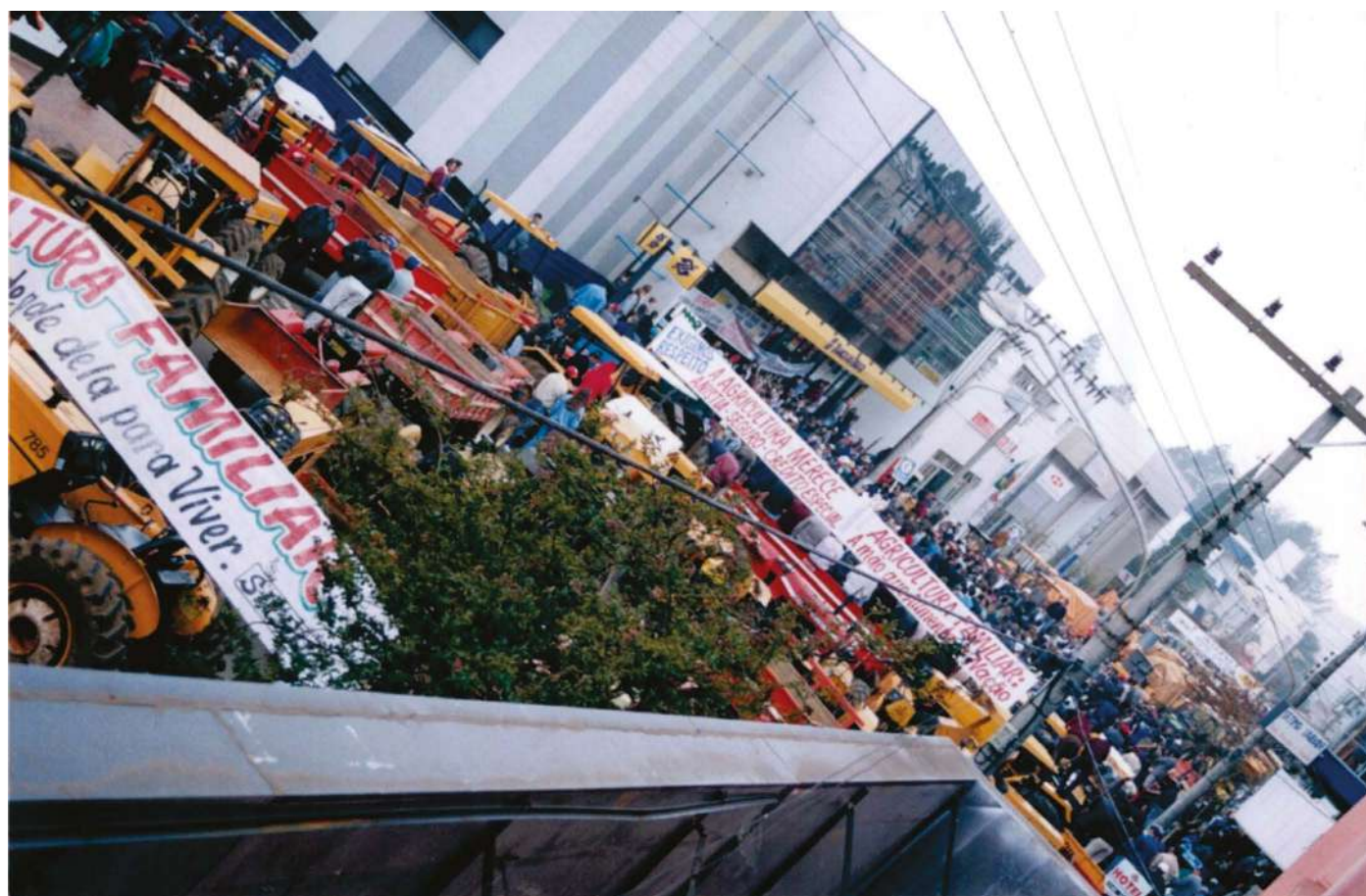


Figura 4- Movimentação da agricultura familiar reivindicando “anistia da dívida” contraída junto ao Banco do Brasil. Caçador, 1999.

Foi após a rodada de negociação em Brasília-DF que se instalaram as cinco Lavouras de Estudo em SPDH no município de Caçador para a safra de 2001, quando foi usada pela primeira vez a ilustração da ‘vaquinha’ (Figura 5) para ajudar na definição do conteúdo contratual entre técnicos e agricultores para adotar os princípios do SPDH e “baixar o custo ambiental e de produção, aumentando a produtividade”. A ilustração também serve para simbolizar a ideia de transição agroecológica. Neste primeiro momento ficou estabelecido a instalação das primeiras cinco Lavouras de Estudo (LE) em SPDH (Figura 6) especialmente distribuídas junto às famílias de Sergio Menin, Luis Petrykowsky, Itacir Bacchi, Élio Pérego e Valentin Coldebella.



Figura 5- Ilustração que simboliza e facilita o entendimento dos princípios que devem ser adotados para a transição da agricultura convencional, dependente de agroquímicos, para a agricultura agroecológica. MPA (2002)



Figura 6- Instalação da primeira Lavoura de Estudo com tomate da Família Menin, comunidade Rio do Bugre, Caçador-SC, 2000.

Em 2002, foram instaladas 22 LE nos Municípios de Caçador, Macieira, Rio das Antas e Videira e, em 2004, foi lançado o Boletim Didático 57: “O cultivo do tomateiro no Alto Vale do Rio do Peixe em 101 respostas dos agricultores”, fruto das aprendizagens dos Técnicos de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) e, principalmente, dos Lavoureiros do SPDH. O Boletim foi o resultado do planejamento construído nas reuniões com os mais de 80 coordenadores comunitários do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Caçador-SC (SITRUC). A partir de 2004, o trabalho se concentrou em Ituporanga (Figura 7), em duas propriedades, e foi se expandindo para todas as 27 famílias da comunidade do Ribeirão Klauberg, que implantaram o SPDH em lavouras, ou mesmo em toda a propriedade. Em 2005, foi implantado outro experimento com SPDH de tomate na EEIt, conduzido no quadro da dissertação “Plantas de cobertura em sistema de plantio direto de tomate: efeitos sobre plantas espontâneas, atributos do solo e a produtividade de frutos em um processo de transição agroecológica, junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da UFSC. A partir de então, muitas outras LE foram instaladas por agricultores, facilitadores e agentes de ATER nos três estados do Sul do Brasil.



Figura 7- Primeiro encontro de tomaticultores de Ituporanga, coordenado pelo agente de Ater do Escritório Local-Epagri, 2004.

Nesta trajetória de construção do movimento de transição da agricultura convencional para a agricultura agroecológica, pode-se afirmar que o SPDH é um tema gerador e, portanto, que mobiliza, conscientiza, organiza e articula a agricultura familiar e outros trabalhadores comprometidos com o movimento. Porém, um tema que precisa ser melhor estudado e entendido é o intrigante abandono do sistema pelos Lavoureiros que já estavam consolidados no sistema e a flexibilização dos princípios por parte de alguns agricultores e técnicos. A título de exemplo, cita-se Lavoureiros de tomate com capacidade de construir ótimo estaleiro para verticalização da planta, conhecedores em profundidade da tomada de decisão sobre a fertirrigação associada ao clima e aos sinais da planta, com prática no preparo e uso da calda bordalesa e de indutores de resistência, bem como de uso de coquetéis de adubos verdes, que abandonaram o sistema após cinco anos de SPDH. Merece destaque que o sistema apresentava alta produtividade e baixíssimo custo e, conseqüentemente, bons lucros em relação ao do sistema convencional.

De forma similar, agentes de ATER que participaram de encontros, cursos de formação, viagens e visitas técnicas em SPDH, passaram a aceitar como meta a diminuição de insumos, primeiro passo para a transição agroecológica. Acabaram se acomodando com esse primeiro passo e com a ideia da “produção integrada”,

que é um conjunto de técnicas desenvolvidas nas décadas de 80 e 90 como o Manejo Integrado (MI) “MIPraga, MIDoença, MINutrição, MISolo”, proposta referendada pela Associação Nacional de Defensivos Agrícolas (Anda) e Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef).

2- OBJETIVOS E EIXOS DO SPDH

Atualmente trabalha-se mais intensamente em dois eixos interdependentes: o político-pedagógico e o técnico-científico. Dentro da concepção metodológica assumida na construção do SPDH, o início dos trabalhos com indivíduos e coletivos de agricultores familiares, agentes de ATER, estudantes, pesquisadores, professores, é pactuado um compromisso mediante um contrato de trabalho. O contrato é firmado entre agricultores e agentes de ATER, documentado em uma linha do tempo, momento que são escolhidas quais LE serão instaladas nas propriedades rurais. As LE são áreas de lavouras comerciais a serem conduzidas sob os princípios do SPDH.

Além da tomada de fotos, de visitas técnicas às LE e registro de depoimentos de lavoureiros, tem-se utilizado da ilustração da “vaquinha” para ajudar na construção do contrato (Figura 5). A ilustração permite uma diversidade de interpretações, a mais popular e simbólica é o desafio em retirar gradativamente as teteiras da vaca, o primeiro passo para a transição agroecológica.

Nesse contrato ficam registradas em uma linha de tempo (Figura 8) as atividades programadas para um ano, como as datas das discussões e cursos sobre os princípios e técnicas do SPDH, de implantação das LE (Figura 9) e das visitas de agentes de ATER aos lavoureiros e a outros agricultores, de viagens de estudo e do encontro para socialização dos resultados e, por fim, a renovação ou não do contrato para mais um ano de trabalho.

A importância do estabelecimento desse compromisso mútuo gerado a partir do contrato de trabalho, o qual pode ser alterado e, ou, enriquecido a partir de negociações entre as partes envolvidas, vai muito além da orientação para a execução das ações e atividades planejadas. Ele exerce principalmente o papel de um instrumento político-pedagógico, que permite mediar conhecimentos técnico-científico e popular e realizar avaliações constantes, bem como facilitar a visualização, pelos novos participantes, dos passos já trilhados no SPDH. Através do contrato se efetiva a continuidade e a evolução do processo.

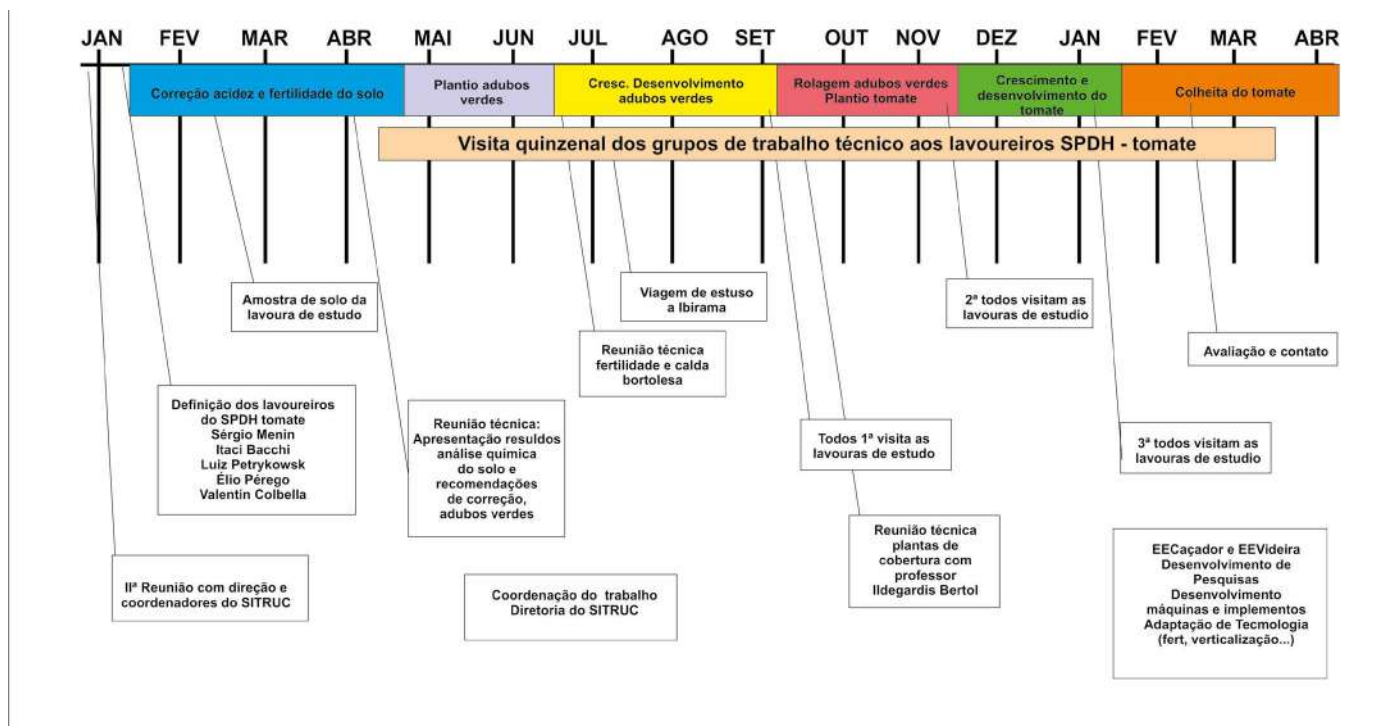


Figura 8- Contrato simbolizado em uma linha do tempo contendo as atividades programadas para um ano agrícola por agentes de ATER e agricultores na cultura do tomate. Caçador-SC, 2000.



Figura 9- Encontro dos agricultores familiares que implanatram lavouras de estudo. Propriedade de Sérgio Menim, comunidade do Bugre, Caçador-SC. 2001.

Essas LE constituem-se em verdadeiros locais de mediação dos conhecimentos popular e científico, onde os lavoureiros e os técnicos (agentes de ATER, pesquisadores, professores e estudantes) se capacitam ao interpretar e praticar os passos para a construção do novo sistema de produção e de relacionamento entre os envolvidos no processo. Para dar conta da demanda formalizada no contrato de trabalho, é fundamental que o agente de ATER também seja um pesquisador, fazendo experimentos junto às LE e nas Estações Experimentais. Desta forma, a pesquisa tradicional realizada nas estações experimentais desempenha o papel de ferramenta complementar a outra forma de pesquisa fortemente imbricada na realidade das LE, na qual lavoureiros e técnicos estudam e interagem nas áreas experimentais e LE.

A propriedade rural se transforma em local de produção, adaptação e aplicação de tecnologias para construção do SPDH. Portanto, a estrutura das estações experimentais da EPAGRI, tais como equipamentos, laboratórios, pessoal de campo e área experimental, bem como a estrutura das universidades, também deverá estar acessível para este agente de ATER, que ao estar conectado à realidade dos sistemas de produção de alimentos da agricultura familiar, poderá atender as demandas de pesquisa para a adoção do SPDH, tais como o controle biológico, o desenvolvimento de máquinas e equipamentos, a produção de sementes de adubos verdes, a rotação de culturas e de criações no sistema de pastoreio racional Voisin (PRV), a nutrição de plantas, a fisiologia da produção, entre outras.

No eixo técnico-científico, umbilicalmente conectado ao eixo político-pedagógico, o princípio central é a promoção da saúde de planta, tendo como base:

- Promoção do conforto da planta, orientada pela minimização de estresses nutricionais, de salinidade, de disponibilidade de água, de temperatura, de luminosidade, de pH, de velocidade de difusão do ar, entre outros. O uso de arranjos espaciais associados à arquitetura do sistema radicular, ao tamanho da planta e à quantidade de frutos, conforme as necessidades de cada cultura, auxilia na obtenção do conforto da planta. São exemplos a poda em cucurbitáceas e verticalização do sistema de condução no tomate e o uso de indutores de resistência e da calda bordalesa 0,3%;
- Nutrição da planta com base nas taxas diárias de absorção de nutrientes, adequando-a às condições ambientais, às reservas nutricionais do solo e aos sinais (aparência) apresentados pela planta;
- Rotação de culturas e de adubos verdes (cultivados e espontâneos), evoluindo para a rotação com animais manejados no sistema de Pastoreio Racional Voisin, caracterizando um sistema de integração lavoura-pecuária;
- Adição de matéria seca superior a 10 toneladas por hectare e por ano por meio dos planos de rotação de culturas e coberturas;

- Revolvimento do solo restrito às linhas de plantio ou berços de semeadura;
- Manejo dos adubos verdes espontâneos de forma que possam melhorar o sistema, sendo plantas mais adaptadas às condições locais, mas com o cuidado de não prejudicar a produção da cultura econômica, evoluindo para o plantio direto no verde (estratégia eficiente para eliminar o uso dos herbicidas) (Figura 10);



Figura 10- Plantio direto de tomate sob a vegetação espontânea de braquiária (papa-da-mãe ou capim doce ou marmelada), também chamado plantio direto no verde.

- Amostragem estratificada do solo para análise química e acompanhamento evolutivo de seus atributos através do perfil cultural do solo.

3- O TOMATEIRO (*Lycopersion esculentum*, Mill)

O tomateiro é uma planta perene que é cultivada anualmente, tendo seu centro de origem na região andina que vai do norte do Chile ao sul do Equador. Esta é uma das hortaliças que fazia parte da culinária das diversas civilizações da atual região da América Central e a Asteca no México, a qual chamavam de tomatl, muito antes do seu genocídio causado pelo invasor europeu. Porém, os remanescentes destes povos mantêm esta tradição até os dias atuais. Há relatos de seu cultivo e consumo pelos Fenícios e mais tarde pelos Árabes, possivelmente trazidas por seus habilidosos navegantes e comerciantes em tempos imemoriais.

O consumo de tomate “in natura” e industrial no Brasil ultrapassa 20 kg/pessoa/ano. O fruto é fonte de ácido fólico, vitamina C, potássio e carotenóides, sendo o licopeno (antioxidante) o mais destacado. Ademais, o tomate contém as vitaminas E e K e flavonóides. Tem baixo teor calórico (20 kcal/100 g de fruto). Seu sabor é conferido, principalmente, pelos teores de açúcares (frutose, glucose, sacarose) e ácidos orgânicos (málico e cítrico). À medida que o fruto amadurece, os teores de frutose e glucose aumentam e o teor dos ácidos decresce (Quadro 1).

Quadro 1- Composição encontrada em 100 g de tomate cru e maduro.

Água	94 g	Pró-Vit. A	735 a 1100 U.I.
Calorias	18 a 20 kcal	Tiamina (B1)	0,5 a 0,6 mg
Proteínas	1 g	Riboflavina (B2)	0,04 mg
Carboidratos (sem fibra)	3,4 a 3,6 g	Vitamina C	20 a 40 mg
Fibra	1,75 g	Niacina (B5)	0,5 a 0,6 mg
Vitamina E	0,699 mg	Gordura	0,2 g
Cálcio	0,077 mg	Vitamina B6	0,076 mg
Fósforo	22,7 mg	Ferro	0,479 mg
Potássio	207 mg	Magnésio	11,3 mg

Fonte: (KNOTT & DEANON, 1967; FAYAD, 1998).

Os frutos são apreciados pela aparência, sabor, aroma e valor nutricional e seus antioxidantes, anticancerígenos, vitaminas e sais minerais, mesmo apresentando um conteúdo de água próximo a 93%. É rico em cálcio e vitamina C, além dos pigmentos clorofila, xantofila, β caroteno e licopeno. Estes três pigmentos se apresentam em proporções diferenciadas, dependendo da fase de desenvolvimento do fruto e das condições climáticas, principalmente a temperatura e radiação solar. Até o início da maturação do fruto, a clorofila e a xantofila são os pigmentos em maior quantidade, conferindo cor verde ao fruto, e nesta fase a concentração da vitamina C é maior, sendo intensificada com a intensidade luminosa. A partir deste

ponto começa a aumentar a formação do β caroteno e licopeno, que conferem a cor amarelada e vermelha ao fruto, respectivamente.

3.1- Cultivares para mesa

As cultivares para mesa produzem frutos classificados em cinco grupos: Santa Cruz, Salada, Saladinha, Cereja e Italiano, sendo que o primeiro contém 2 a 3 lóculos, o fruto é oblongo e pequeno, tendo como exemplo as cultivares Marcia (Figura 11b), Angela Gigante I-5100, Santa Clara I-5300 e Longa Vida Débora Plus. No grupo Salada os frutos possuem de 5 a 10 lóculos, de formato globular-achatado, muito grande e saboroso, citando como exemplo as cultivares tradicionais Caqui ou Gaúcho, o híbrido Dourado e EF-50. As cultivares Saladinha são multiloculares, achatadas, e como alguns exemplos deste grupo tem-se Alambra, Carmen, Raíza, Séculos e Paron (Figura 11a). Já as plantas do grupo Cereja apresentam frutos bem pequenos, redondos, pesando de 10 a 30 g, biloculares, e os frutos das variedades de seleção feita pelos agricultores familiares são saborosos e apresentam baixíssimo ou nenhum problema com ataque da broca pequena. No grupo Italiano os frutos são biloculares, de formato alongado semelhante a uma pera e saborosos, citando como exemplares as cultivares Andréa, Saturno e Netuno.



Figura 11a- Atualmente os tomates do grupo Saladinha são os mais consumidos no Brasil.



Figura 11b- Cultivar Marcia, desenvolvida pela equipe do SPDH. Caçador, SC, 2002.

4- ECOFISIOLOGIA

O tomateiro é uma planta perene, mas nas nossas condições de cultivo é de ciclo anual. Seu crescimento é separado em hábito indeterminado e determinado, sendo o primeiro com haste que cresce indefinidamente, e o outro, limitado pela emissão do cacho floral. Na axila de cada folha há emissão de broto que vai constituindo nova haste, com folhas e cachos florais e brotações em cada axila foliar, que crescem indefinidamente, caracterizando sua forma arbustiva. O meristema apical, localizado na extremidade superior de cada haste, é uma região de intensa atividade de multiplicação celular e de definição de órgãos, como a iniciação foliar e da inflorescência, formando uma estrutura na haste principal, que mantém sua dominância sobre as outras brotações. A estrutura da haste principal apresenta de 6 a 11 folhas, para depois emitir a primeira inflorescência, seguida por mais três folhas e outra inflorescência, e assim sucessivamente. As folhas baixas são fontes de assimilados para as raízes, e as superiores fornecem assimilados para as folhas recém iniciadas e o meristema apical. As unidades intermediárias de fonte e dreno são constituídas por três folhas e um cacho floral.

Para conduzir a planta com duas hastes é preciso manter o broto que sai da axila da folha logo abaixo do primeiro cacho floral, por ser o mais vigoroso da planta depois da haste principal. Os demais brotos devem ser eliminados ainda novos, para que a planta fique mais aberta, permitindo a entrada de radiação solar e ar, e facilitar o manejo da planta.

As folhas são alternadas e possuem de 6 a 8 folíolos cobertos de pelos com e sem glândulas, como nas hastes. A planta possui um sistema radicular constituído de raiz principal ou pivotante, raízes secundárias e adventícias. Em solo com boa estrutura (fofo), profundo e bem drenado, a raiz pivotante pode chegar a profundidades superiores a 1,5 m, e do total do sistema radicular, 2/3 podem estar concentrados nos primeiros 30 cm. O abastecimento de água e nutrientes é fator importante no ambiente radicular, por ter efeito marcante sobre o crescimento, desenvolvimento e saúde das plantas, principalmente do tomateiro, que carrega no seu corpo aproximadamente 60 a 90 frutos que drenam quantidades enormes de assimilados, nutrientes e água. Dar conta de alimentar todos os ramos de forma semelhante, evitando concorrência entre frutos localizados nos primeiros cachos e na base destes com os demais, somente é possível com um sistema radicular profundo e extenso em solo estruturado, e com plantas submetidas a ótima luminosidade.

No fruto do tomate as sementes estão dentro de um pericarpo carnudo e desenvolvido a partir do ovário.

Frutos das espécies cultivadas (*Lycopersicon esculentum* Mill.) têm dois ou vários carpelos que agrupam as cultivares: Santa Cruz (de dois a três carpelos); tomates salada (mais de cinco carpelos); os tipos saladinha (média de 4 carpelos) e o italiano (de dois carpelos). Frutos de tomate são compostos pelo pericarpo e pele (compondo a parte carnuda) e celulose (placenta e tecido locular, incluindo as sementes). Em geral, a polpa representa menos de um terço da massa de fruta fresca. O pericarpo é oriundo da parede do ovário, que pode ser dividida em parede exterior, paredes que separam lóculos e a parede interior, podendo incluir grandes espaços de ar que causam aparecimento de tecido branco. A maioria da divisão celular do pericarpo ocorre durante os primeiros 10-14 dias após a antese. Existem dois ramos principais do sistema vascular em frutos: um estendendo-se a partir do pedúnculo através da parede exterior do pericarpo e o outro que passa através das paredes internas radiais e para as sementes, formando uma rede fechada, com poucas terminações “cegas”.

A planta é exigente em luz, principalmente aquela da manhã, que colabora com a diminuição do tempo de molhamento foliar, interferindo no desenvolvimento das doenças. A luminosidade interfere na quantidade de licopeno, conferindo a intensidade da cor vermelha do fruto. A temperatura influencia na produção da planta, notadamente a diferença de 6 a 7°C entre a diurna e noturna, assim como na mescla de coloração vermelha e amarelada do fruto. Em períodos ensolarados e temperaturas até 30°C produzem frutos de cor vermelho intenso.



Manejo vertical do tomateiro fertirrigado por gotejo.



Manejo das plantas espontâneas pelo efeito inibidor da quantidade da palhada.



Equipe de pesquisadores da extensão rural trocando conhecimentos em lavoura de estudo.

4.1- O Clima

As informações contidas nesta seção foram sintetizadas, principalmente, do livro de autoria de Heuvelink (2005). A temperatura e a luz solar são fatores que influenciam diretamente sobre o metabolismo da planta, afetando seu crescimento e rendimento. A taxa de respiração de manutenção é uma função exponencial quando relacionada com a temperatura, de forma que a taxa é duplicada com um aumento de temperatura de 10°C, mas ao longo do ciclo cultural o efeito da temperatura na taxa de respiração de manutenção é pequeno. Isso ocorre porque em temperaturas baixas a taxa de respiração é inferior por unidade de biomassa. De forma inversa, em temperaturas mais quentes a biomassa é reduzida, o que, por sua vez compensa o aumento da taxa de respiração por unidade de biomassa (De Koning, 1994; Heuvelink, 1999).

Em uma planta de tomate com hábito de crescimento indeterminado, a temperatura afeta a taxa de aparecimento de folhas, a iniciação floral, o desenvolvimento floral, a frutificação e o crescimento dos frutos simultaneamente, e o seu efeito está intimamente associada com as condições de radiação solar.

No espectro de temperatura de 17 a 23°C o aparecimento foliar é linear, e perto de 20°C aparecem 3 folhas a cada semana, enquanto a 17°C aparecem 2,5 folhas e a 23°C 3,5 folhas por semana. Em condições de muita luz solar as folhas são menores e mais grossas e, normalmente, a área foliar aumenta com a temperatura. Sob temperaturas ótimas e luz insuficiente, o desenvolvimento floral pode sofrer ou até mesmo resultar em aborto (Ho, 1996).

A temperatura ótima para o crescimento vegetativo é de 18°C a 25°C, enquanto a taxa de floração aumenta quase linearmente quando a temperatura aumenta de 17°C a 27°C. A temperatura ideal para antese é de 19 °C, e a frutificação é interrompida acima das temperaturas dia/noite de 26/20°C (El Ahmadi, 1977), sendo o ideal entre 20 a 23°C/11 a 17°C.

As temperaturas elevadas podem reduzir a qualidade do pólen, aumentar anomalia floral e, conseqüentemente, reduzir o número de frutos (Dorais et al., 2001a). Uma temperatura baixa durante o período noturno (10-13°C) pode induzir a planta a produzir um maior número de flores (Ho, 1996). Uma temperatura baixa no início da formação da planta pode causar flores mal formadas. A formação do fruto pode ser inibida sob baixa temperatura, como resultado da baixa viabilidade do pólen a 10°C (Ho, 1996).

Existe influência direta da temperatura sobre partição de fotoassimilados, e a taxa de crescimento dos

frutos (TCF) está fortemente relacionada com a temperatura e o fornecimento de água (Pearce et al., 1993). A TCF aumenta rapidamente no início do dia, com picos ao meio-dia, e, em seguida, diminui até ao final do dia (Ehret & Ho, 1986a). O aumento da taxa de crescimento durante a manhã pode ser bem relacionado ao aumento de temperatura quando condição hídrica da planta não é limitante. O período de crescimento do fruto pode variar de 73 dias com temperatura de 17°C e apenas 42 dias a 26°C.

Também, em temperaturas mais elevadas, uma quantidade quase semelhante de assimilados tem de ser distribuída para um maior número de frutos, resultando em uma média inferior no seu peso. O peso potencial do fruto a 23°C é de cerca de 40% inferior que a 17°C (De Koning, 1994). Assim, o aumento da temperatura pode aumentar a transpiração e induzir ao estresse hídrico, resultando em menor crescimento do fruto (Pearce et al., 1993). A temperatura média em longo prazo determina o crescimento e a produtividade em culturas de tomate (De Koning, 1988, 1990).

Temperaturas acima de 28°C e, principalmente, se associadas à baixa luminosidade, favorecem a formação do β caroteno, o qual confere a cor amarelada ao fruto. A radiação solar interfere na quantidade de licopeno, conferindo a intensidade da cor vermelha ao fruto, de forma que em períodos ensolarados e temperaturas ótimas, entre 24-28°C, produzem frutos de coloração vermelho intenso. Os pigmentos combatem os radicais livres, tendo o licopeno, propriedade anticancerígena.

4.2- A Produção e a Alocação de Biomassa

As principais informações deste capítulo são os resultados dos trabalhos experimentais realizados na UFV que compuseram a dissertação de Jamil Abdalla Fayad, orientado pelo Professor Paulo Cezar Rezende Fontes, em 1997 e na EECdor de 1999 a 2003 (Figura 12) e discutidos a luz do livro de Heuvelink (2005)

O rendimento da colheita de tomate é determinado pela produção total de biomassa e sua partição com a parte vegetativa, que segue basicamente uma curva padrão em sigmóide (Figura 13). Já a produção de biomassa é impulsionada principalmente pela fotossíntese, que, por sua vez, depende da irradiação interceptada e da manutenção da área foliar verde.

Diversos fatores interferem na partição da biomassa produzida pela planta, sendo a principal delas a força do dreno. Em experimento realizado na EECdor, verificou-se que, com o tomate longa vida Carmen, cultivado em SPDH, verticalizado, espaçamento 1,10X0,40m, uma haste, cinco cachos e fertirrigado por



Figura 12- Experimento com tomate cultivado em SPDH para determinar seu crescimento e absorção de nutrientes. Caçador-SC, 1999.

gotejamento, sob coquetel de plantas de aveia, nabo forrageiro e ervilhaca, que foram acamadas, a produção de biomassa seca total da parte aérea foi de $547 \text{ g planta}^{-1}$ na última colheita de frutos, aos 120 dias após o plantio (DAP) das mudas. Esse valor foi distribuído entre folhas, caule, cachos e frutos, com percentuais de 23; 9; 3 e 65%, respectivamente.

FAYAD (1998) trabalhando com tomate cv. Santa Clara, conduzido no sistema convencional e com sete cachos, obteve $408 \text{ g planta}^{-1}$ de matéria seca, constituídos de 31% de folha, 13% de caule, 2% de cacho e 54% de fruto, aos 120 DAP, chegando a ter uma área foliar de 206 dm^2 e índice de área foliar (IAF) de $4,12 \text{ dm}^2/\text{dm}^2$. Em outro experimento, com a cv. EF-50, conduzido em cultivo protegido e fertirrigado por gotejo, o mesmo autor obteve $398 \text{ g planta}^{-1}$ de matéria seca, constituída de 32% de folha, caule e cacho e 68% de fruto, aos 135 DAP, chegando a ter uma área foliar de 202 dm^2 e IAF de $4,48 \text{ dm}^2/\text{dm}^2$. A este total de biomassa da parte aérea acrescentam-se aquela das raízes que variam significativamente entre relatos experimentais, sendo encontrado por Heuvelink (1989) acúmulo de 13% do total da matéria seca produzida. Do total de assimilados produzidos durante o processo fotossintético, mais de 40% são direcionados para as raízes que os utilizam no crescimento, desenvolvimento, absorção de nutrientes e produção de exsudados.

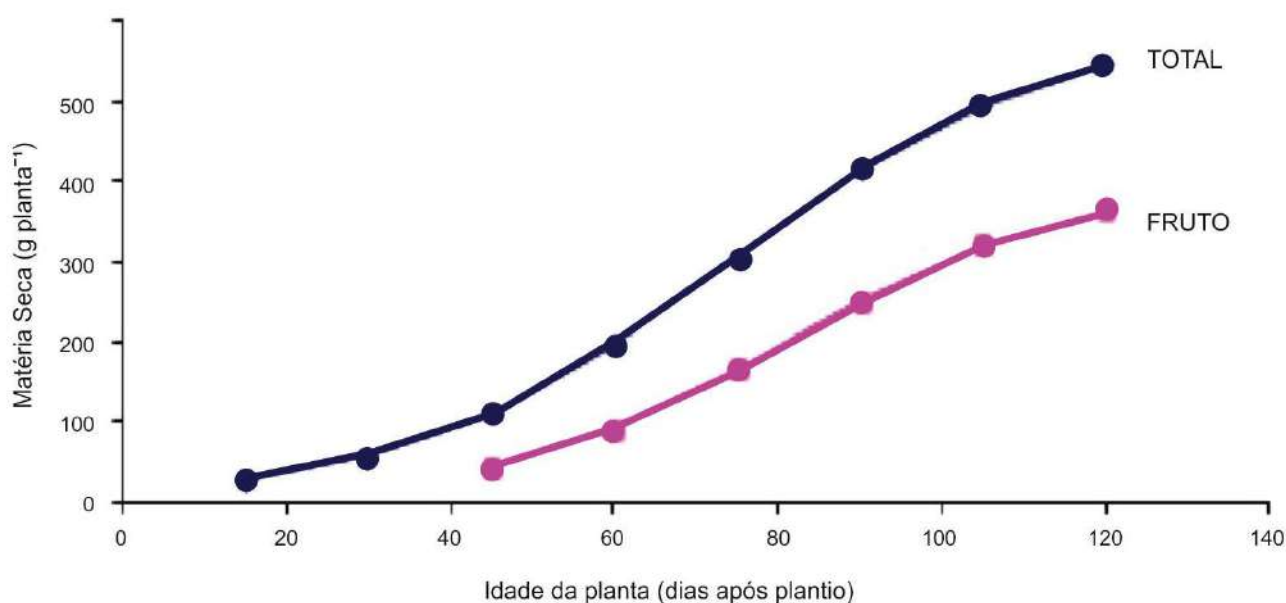


Figura 13- Produção de matéria seca total e dos frutos do tomateiro, cv. Carmem. EECdor, 1999.

Nos primeiros 30 DAP, antes do início da frutificação, as folhas contribuíram com 75% e o caule com 25% do total da matéria seca acumulada no período (Figura 14). Porém, aos 60 DAP a contribuição das folhas, caule, cachos e frutos foi de 35,2%, 13,0%, 4,8% e 47,0%, respectivamente, indicando que o maior dreno da planta são os frutos, mantendo-se até o final do ciclo. Assim, até os 45 DAP, aproximadamente, toda a matéria seca alocada na parte aérea da planta foi repartida entre folhas e caule. Porém, do total de matéria seca alocada na parte aérea, durante o período dos 45 aos 60 dias, 28% foram para a parte vegetativa (folhas, caule e cacho) e 72% para os frutos (Figura 14).

Entre os 45 e 90 DAP, observou-se um aumento deste diferencial, ficando 18% para a parte vegetativa e 82% para os frutos (Figura 14). Deste período até a última colheita, aos 120 dias, este diferencial diminuiu, ficando 34% para a parte vegetativa da planta e 66% para os frutos. As frações indicam a alta força do dreno principal, representado pelos frutos, a partir dos 45 DAP. Verifica-se assim, a fase de transição de fluxo de assimilados entre a parte vegetativa e reprodutiva, modificando o padrão de distribuição de matéria seca na planta. A taxa de crescimento absoluto (G) foi crescente até os 75 DAP, atingindo 7,6 g dia⁻¹ planta⁻¹, decrescendo a 2,5 g dia⁻¹ planta⁻¹, aos 120 dias (Figura 15).

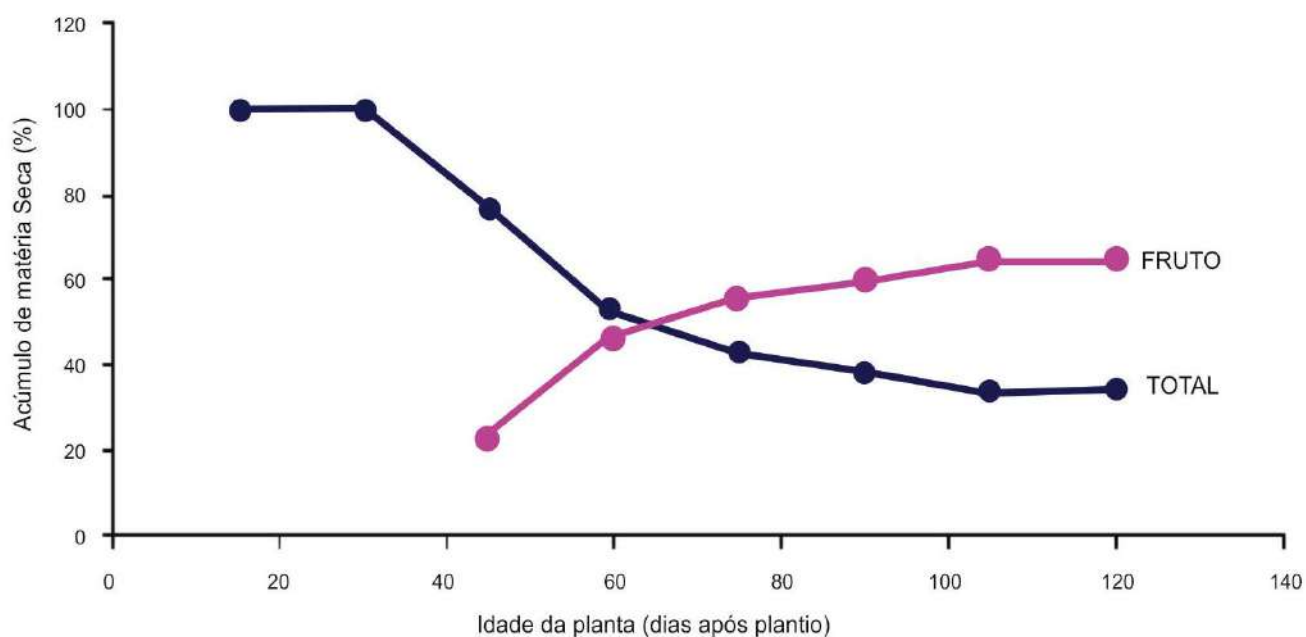


Figura 14- Fração da matéria seca total do tomateiro alocada na parte vegetativa e nos frutos.

A planta apresentou aumentos decrescentes na produção de matéria seca a partir dos 75 dias até a última colheita de frutos, permitindo observar a velocidade de crescimento ao longo do seu ciclo cultural. Possivelmente, este fato se deva à poda apical, ao crescimento e colheita dos frutos e auto sombreamento foliar (LAMBERS et al., 1990).

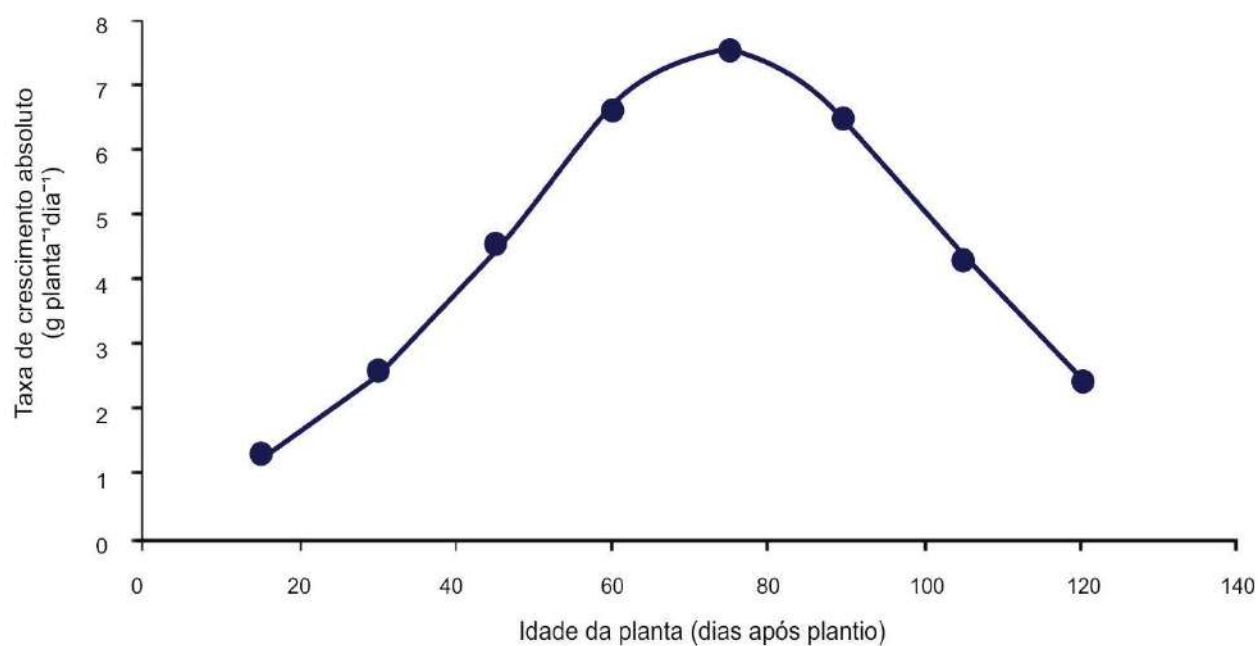


Figura 15- Taxa de crescimento absoluto (G) do tomateiro, ao longo do ciclo cultural.

A taxa de crescimento relativo (R) foi decrescente ao longo do ciclo cultural, iniciando em 0,356 g g⁻¹ dia⁻¹ planta⁻¹ e chegando a 0,005 g g⁻¹ dia⁻¹ planta⁻¹, dos 15 aos 120 DAP (Figura 16), respectivamente. Este resultado permite observar a produtividade do tomateiro em função da sua capacidade fotossintética, pois a taxa de crescimento relativo depende da área foliar útil para a fotossíntese e da taxa de fotossíntese líquida (BENINCASA, 1988).

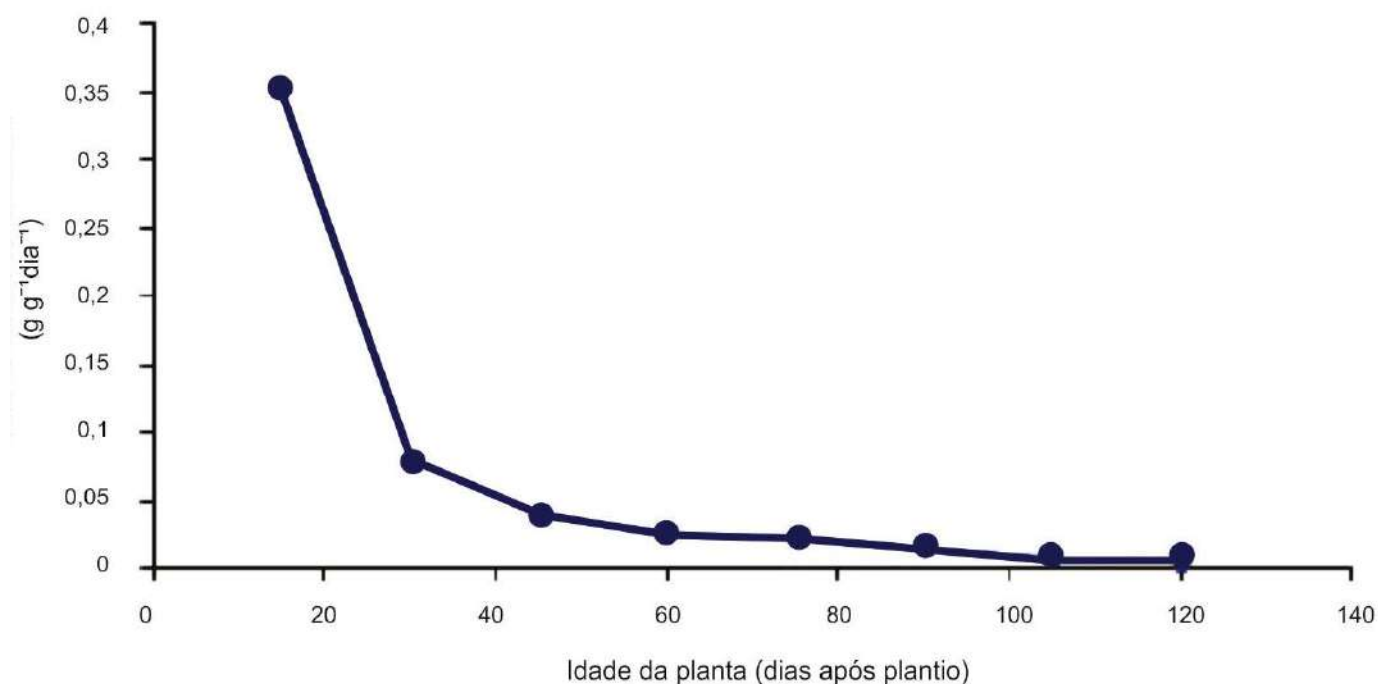


Figura 16- Taxa de crescimento relativo (R) do tomateiro, ao longo do ciclo cultural.

A colheita dos frutos iniciou aos 101 DAP. A produção de frutos totalizou 5.521 g planta⁻¹, sendo que 5.431 g planta⁻¹ foram classificados como AA e A. Assim, a produtividade para a população de 22.727 plantas ha⁻¹ foi de 123,4 toneladas de frutos classe AA e A, perfazendo 98% do total da produção dentro desta classificação.

Para estas classes de frutos, a produtividade foi de 1.028 kg ha⁻¹ dia⁻¹ e o número médio de frutos foi de 32,7 planta⁻¹ ou 6,54 frutos cacho⁻¹, tendo como peso médio 194,7g e 128,3g para os frutos da classe AA e A, respectivamente (Quadro 2).

Quadro 2- Produção classificada de frutos maduros de tomate.

Classificação dos frutos	Produção (g planta ⁻¹)	Produção/classe (%)	Fruto (nº planta ⁻¹)	Peso de fruto (g)
AA	4.263,7	77,2	21,90	194,7
A	1.167,7	21,2	9,10	128,3
Extrinha	66,8	1,2	1,40	47,7
Descarte	22,7	0,4	0,25	90,8
Total	5.520,9	100	-	-

Um dos resultados que merece destaque nos três experimentos aqui citados, conduzidos por FAYAD e equipe (1997 e 1999), foi o crescimento de três cultivares de tomate cultivadas em sistemas diferentes e que apresentaram acúmulo de biomassa, ao longo do ciclo cultural, expressa numa típica curva sigmoidal, seguindo a mesma tendência de absorção dos nutrientes. Esta tendência reforça que o crescimento e o acúmulo de nutrientes têm uma relação direta, colocando-se como desafio a sincronização da taxa de crescimento (G) com a de absorção de todos os nutrientes (TDA) no programa de adubação da planta de tomate.

O respeito dessa sincronização possibilita diminuir o uso de adubos altamente solúveis, aumentar a produtividade e colaborar com a saúde da planta. Esse é um dos primeiros passos para a eliminação de agrotóxicos e adubos altamente solúveis.

5- A PRODUÇÃO DE MUDAS E O PLANTIO

Faltam cultivares adaptadas às condições do SPDH e conhecimentos para se produzir mudas com vigor, tecidos bem formados, além de sistema radicular intacto. Portanto, há necessidade da produção de novas variedades de tomate que saiam da lógica atual que utiliza um pacote de agroquímicos, assim como tem-se que definir o que é **promover saúde em muda**.

5.1- A Seleção Própria de Sementes

A semente de tomateiro pode ser proveniente de produção própria ou adquirida no comércio. Cabe

ressaltar que há restrições no uso de sementes oriundas de híbridos de tomate devido à perda de vigor da geração seguinte e, também, da manifestação de outras características por vezes menos atrativas.

A produção própria de semente consiste em escolher frutos maduros de planta-mãe com as características desejadas e saudável. Quando se busca construir sistemas saudáveis, um bom início é a obtenção de sementes saudáveis e adaptadas ao ambiente de cultivo. Por isso, a seleção de semente própria pode ser interessante ao agricultor familiar, visto a menor dependência de insumos externo. Para a escolha de frutos saudáveis, a coloração externa do fruto é um parâmetro visual importante para definir a maturidade fisiológica e qualidade máxima das sementes. Há estudos que demonstram que a germinação e velocidade de emergência de sementes aumentam quando o fruto passa da cor verde para o vermelho, sendo que, verifica-se o declínio quando atinge a condição de supermaduro (Dias et al., 2006a). Dessa forma, o momento adequado de colher os frutos para extração de sementes é quando eles estiverem maduros, ou seja, com coloração vermelha.

A etapa seguinte é a trituração de frutos e repouso desta massa em uma vasilha de vidro por 48 a 72 horas. Esta etapa tem o objetivo de decompor a parte gelatinosa e reduzir a disponibilidade de substratos que poderão ser utilizados por patógenos. Assim é possível combater doenças, principalmente bacteriana. Tempo excessivo de fermentação escurece a semente e temperatura acima de 21°C pode provocar a sua germinação. A operação seguinte é lavar a massa fermentada em água corrente, deixando as sementes limpas, alocando-as sobre papel toalha para perder umidade, em local sombreado, para posteriormente acondicioná-las em recipiente hermético e de preferência em ambiente refrigerado, como a geladeira. Sementes com teor de água em torno de 5 a 7% apresentam melhores condições de conservação, mantendo o poder germinativo e o vigor de emergência. Há relatos que assim acondicionadas podem manter alta percentagem de germinação, por mais de seis anos, e há trabalhos que apresentam dados de germinação de 90 e 59% após 15 e 30 anos, respectivamente. Normalmente, o peso de mil sementes varia de 2,3 a 3,5 gramas.

5.2 - A Produção de Mudanças

De posse de sementes saudáveis, a etapa seguinte é a promoção da germinação e a formação de mudas íntegras e com capacidade suficiente de enfrentar estresses à campo. Essa condição é fundamental, pois no SPDH, os ciclos de temperatura e suprimento de nutrientes são diferenciados em comparação aos

sistemas com revolvimento de solo. Compreender a importância das mudas no SPDH resulta em benefícios diretos na saúde dos cultivos.

O primeiro processo importante na produção saudável de mudas é a germinação e a emergência das plântulas. Essas são fases críticas que merecem toda a atenção do agricultor familiar e do agente de ATER. A faixa de temperatura ótima para germinação das sementes e desenvolvimento das mudas está entre 20-25°C. Temperatura menor que 9°C pode paralisar a germinação. Na prática, considera-se a temperatura mínima de 13°C, condição que conduz a mais de 40 dias para germinar 83% das sementes.

Uma prática crescente entre produtores de mudas é o condicionamento osmótico das sementes. Essa técnica consiste em promover a hidratação controlada das sementes até as fases iniciais de germinação (fase I e II), sem que, no entanto, ocorra a protrusão da raiz primária (fase III). Os benefícios dessa técnica estão relacionados à melhoria da germinação e da emergência de plântulas, principalmente sob condições estressantes (temperaturas inadequadas e disponibilidade hídrica desfavorável). Também há melhoria na uniformidade de emergência e estabelecimento das plântulas.

Para promover o condicionamento osmótico são utilizados agentes como o polietilenoglicol (PEG), manitol, KNO_3 , K_2HPO_4 , K_3PO_4 e NaCl . O período em que as sementes são submetidas a esse tratamento varia de 3 a 7 dias, em temperaturas entre 15 a 29°C (Nascimento, 2009). Cabe ressaltar que a técnica do condicionamento osmótico de sementes deve estar alinhada à promoção de saúde em mudas, visto que os benefícios se estendem aos demais estádios fenológicos.

Para plântulas emergidas e submetidas à temperatura próxima a 14°C verifica-se a paralisação do crescimento, o amarelecimento das folhas, o arroxamento do talo, a bifurcação das pencas, o aumento do número de flores e a deformação de fruto. A ocorrência de plantas conhecidas por “cegas” no viveiro ou logo após o plantio da muda, pode estar relacionada à queda brusca de temperatura ($\leq 5^\circ\text{C}$) e vento frio, dificultando a mobilidade do cálcio e causando a morte do meristema apical. É comum, principalmente nas cultivares do grupo Salada ou Caqui, o aparecimento de fruto com lóculo aberto, sobretudo nos primeiros cachos florais, relacionado à exposição da plântula em sua fase embrionária de diferenciação da flor, a temperaturas de 15°C/10°C durante o dia/noite pelo período superior a uma semana. É prática comum dos agricultores que produzem suas próprias mudas, no abrigo plástico com piscina ou no ripado, realizar a semeadura em bandeja de 128 células e alocar uma semente em cada célula (Figuras 17, 18 e 19).

Geralmente, utilizam substrato comercial e aplicam mais de uma vez nitrogênio em cobertura, para que a muda cresça rapidamente e obtenha cor verde acentuado. Esta aparência da muda não necessariamente implica em planta saudável. Dessa forma, há de se estender os questionamentos para a qualidade dos materiais utilizados para produzir as mudas, tamanho e volume das embalagens e características dos

substratos utilizados. Notadamente, é fundamental promover o crescimento de mudas em recipientes inertes, de tamanho, profundidade e volume de substrato adequados. Estão disponíveis no mercado materiais diversos como bandejas de isopor – ainda o material mais utilizado, bandejas plásticas e tubetes.

Notadamente há de se estudar mais profundamente a viabilidade dos recipientes em que se produzirá a muda. Em se optando por utilizar bandejas, estas devem ser lavadas e imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 30 minutos e lavadas novamente.

O substrato utilizado para preencher as células da bandeja ou outra embalagem deve conter todos os nutrientes que a muda necessita para sua plena formação. Voltando à dúvida anterior, faltam estudos para determinar a taxa diária de absorção de todos os nutrientes pela muda de tomate com a finalidade de disponibilizar nutrientes segundo a dinâmica de seu crescimento.

Enquanto este aprofundamento não está disponível, os dados experimentais dos trabalhos de Fayad et al. (2004) foram adaptados e são apresentados no Quadro 3. Neste são indicados as quantidades de nutrientes que devem estar disponíveis para a muda. Tais nutrientes podem compor o substrato de cada célula da bandeja e, se necessário, complementados via foliar.



Figura 17- Produção de muda com bandeja em piscina com água.



Figura 18- Muda pronta para plantio, com três folhas definitivas.



Figura 19- Produção de muda sobre ripado.

Quadro 3- Conteúdo de nutrientes em mudas de tomate com três folhas definitivas e recém plantadas.

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
mg planta ⁻¹						µg planta ⁻¹				
270	33	254	187	37	51	2500	1250	238	108	545

Fonte: Fayad et al. (2004).

Também de forma provisória, pode-se utilizar substrato comercial, ou casca de arroz carbonizada, ou fabricar o substrato como o indicado pelo professor Derly J.H. da Silva e equipe: 60L de solo de barranco + 10L de areia + 20L de esterco de curral curtido + 700g de calcário dolomítico + 300g de NPK 02-20-20. Alternativamente ao solo de barranco e areia, pode-se usar mistura de duas partes de solo e uma de esterco curtido. Estes substratos podem não conter nutrientes em teores suficientes para todo o desenvolvimento da muda, que poderá ser pulverizada semanalmente com solução nutritiva, substituindo aquela adubação que normalmente é feita somente com nitrogênio. Como exemplo, pode ser utilizada a mistura de 1L de água contendo 100mg de supersimples, 100mg de cloreto de potássio, 100mg de sulfato de magnésio, 5mg de sulfato de ferro, 4mg de bórax, 2mg de sulfato de manganês, 2mg de sulfato de zinco, 0,4mg de sulfato de cobre, 0,2mg de molibdato de sódio e, eventualmente, 150mg de nitrocálcio.

A muda de tomate desenvolvida em bandeja forma um sistema radicular fasciculado. No caso da semeadura definitiva, a planta mantém a raiz pivotante, que pode chegar a mais de 1,5 metros de profundidade e, conseqüentemente, melhorar a capacidade de suprir seu principal dreno, evitando estresse nutricional e hídrico. Uma possibilidade de manutenção da raiz pivotante na muda, seria produzi-la em tubete comprido, adiantando o seu plantio, quando ela estiver com duas folhas. A aclimação da muda objetiva prepará-la para o estabelecimento em condição de campo. Normalmente, retira-se a bandeja do abrigo e expõe-se de forma controlada as mudas a pleno sol e a déficits hídricos, fazendo com que mantenha o seu potencial fotossintético, seja capaz de se estabelecer rapidamente e desempenhe crescimento pleno no campo.

Outra forma de produção da muda é através de broto proveniente de planta saudável e, de preferência, em fase juvenil (Figura 20). Para isso, utiliza-se tesoura ou faca desinfetada, retira-se o broto com aproximadamente 5 cm, deixando-se duas a três folhas. Enterra-se 2/3 da haste no substrato da bandeja e irriga-se. É fundamental promover o enraizamento rápido para evitar instalação de patógenos no local de corte do broto, sendo recomendado colocar a bandeja em local mais ensolarado, provocando o murchamento das folhas, mas sem que falte água no substrato. Este tratamento produz muda pronta para o plantio, em aproximadamente 13 dias, com 100% de enraizamento, vigorosa e com facilidade de estabelecimento no campo. Outra vantagem é o aparecimento do primeiro cacho floral com inserção baixa, próxima ao solo.



Figura 20- Produção de mudas através de broto retirado de planta juvenil. Família Petrykowsky, comunidade Caixa D'água, Caçador, SC, 2002.

5.3- Mecanização para o SPDH

Existe alta variabilidade topográfica, tamanho da área cultivada, diversidade de cultivo e produção e quantidade de matéria seca que fica depositada sobre o solo nos terrenos da agricultura familiar. São fatores que exigem equipamentos apropriados à cada realidade, dificultando a atual estrutura industrial em atender tal diversidade. Culturalmente, a maioria dos agricultores familiares deixou de construir e adaptar máquinas e implementos em oficinas próprias ou comunitárias, abrindo espaço às políticas públicas para adquirir máquinas e implementos, mas que, em geral, são fabricados para a realidade da média e grande propriedade.

Mesmo assim, há implementos fabricados e adaptados pelos trabalhadores envolvidos no SPDH, por agricultores independentes e por pequenas indústrias, que têm dado conta de boa parte desta demanda (Figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28). Objetivamente, a composição destes equipamentos de tração

humana, animal, microtator e trator, é alicerçada na roda guia, disco de corte e facão sulcador. A roda guia, que pode ser dupla ou simples, tem por objetivo regular a profundidade de trabalho no solo e fazer pressão sobre a palha para facilitar o trabalho de corte do disco. No equipamento com roda dupla, o disco de corte fica entre elas e localizado logo atrás, e a roda simples é montada, geralmente, na frente do disco.

O disco tem por objetivo cortar a palha, e para cada trabalho há diversos tipos e tamanhos, sendo o mais indicado o corrugado, com 17" de diâmetro. O facão deve cortar o solo com profundidade regulada e seu trabalho é o de romper as áreas adensadas do solo, facilitando a alocação do fertilizante e da muda. O conjunto de peças que compõem o equipamento deve colaborar na construção do berçário, com condições adequadas ao desenvolvimento da muda.



Figura 21 - Desenvolvimento do primeiro implemento para preparo do berçário das mudas de tomate.



Figura 22 - Implemento a tração animal, que pode ser adaptado ao trator com roda guia de profundidade, disco de corte e sulcador, com distribuidor de adubo e semente.



Figura 23 - Implemento a tração animal, adaptado para agricultura de montanha, composto por roda guia, disco de corte e sulcador.

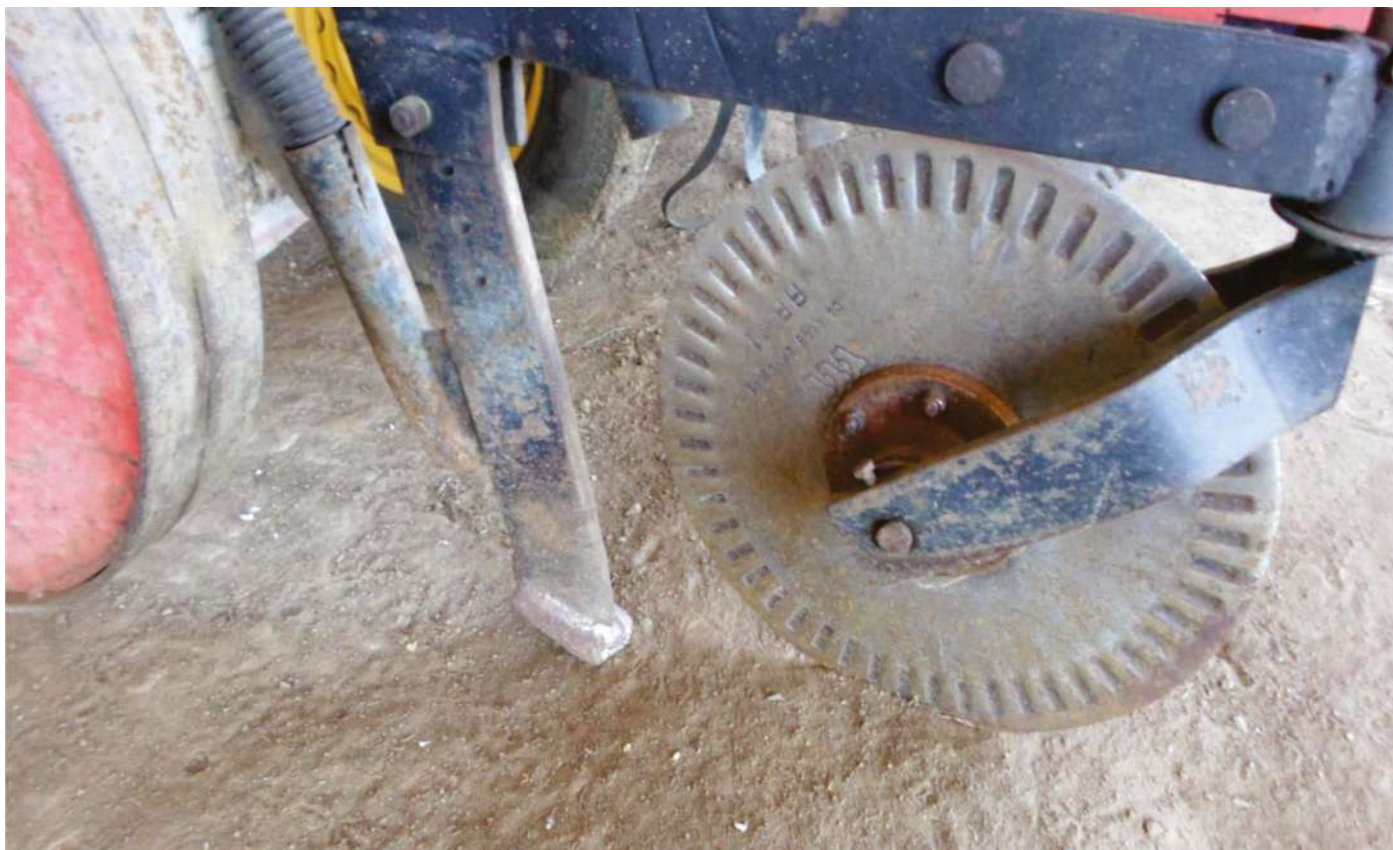


Figura 24 - Implemento a tração tratorizada, com disco corrugado e facão com “dedo de ema” desgastado.



Figura 25 - Implemento adaptado na rotativa e acionado na tomada de força do micro trator, composto por disco de corte para manejar adubos verdes, como a mucuna.



Figura 26 - Implemento a tração tratorizada, com disco de corte de 17", facão com "dedo de ema" e distribuição do fertilizante, fabricado pela Fitarelli.



Figura 27 - Implemento tracionado por microtrator, equipado com disco de corte corrugado, facão e distribuidor de semente e fertilizante.



Figura 28 – Implemento tracionado por trator para semeadura direta e preparo do berçário para plantio de mudas, principalmente em canteiros, fabricado pela empresa GIHAL – Carazinho RS.

5.3.1- Preparo da Área para Plantio

Antes de iniciar o sistema de plantio direto de hortaliças é recomendado levantar e realizar algumas tarefas, como: 1) fazer amostragem estratificada do solo para análise química; 2) identificar a existência e eliminar camada compactada no perfil do solo; 3) sistematizar o terreno; e 4) semear o coquetel de adubos verdes para posteriormente fazer a rolagem e plantio.

A amostragem estratificada do solo deve ser feita entre 0 a 10 cm e 10 a 20 cm para análise química para efetuar as correções necessárias de pH, seguidas pelas de fertilizante fosfatado e potássico. Também é necessária a avaliação da estrutura do solo para identificação e eliminação de possíveis camadas compactadas. Recomenda-se a abertura de trincheira de pelo menos 30x30x30 cm e uso de faca com ponta fina para avaliar a compactação (Figuras 29, 30, 31 e 40).

A avaliação também pode ser seguida da observação da presença de camada que dificulte e, ou, impeça o enraizamento das culturas em profundidade e, ou, provoque o empoçamento de água, e de outros

indicadores da qualidade do solo.

Esse tipo de avaliação normalmente é feito de forma participativa, na qual os agricultores e agentes de ATER escolhem os indicadores de qualidade do solo e atribuem notas a eles (nota 1: o pior cenário, nota 5: o mínimo aceitável e nota 10: a situação ideal), mas notas intermediárias podem ser atribuídas aos indicadores), de acordo com situações de referência, como por exemplo, uma mata nativa situada sobre o mesmo tipo de solo e topografia. Finalmente, montam-se gráficos tipo guarda-chuva.

Na Figura 32 apresenta-se um exemplo de avaliação na qual foi comparada qualidade do solo de uma lavoura manejada com o sistema de cultivo convencional de tomate e outra de cana de açúcar manejada em SPDH há 5 anos.

Os dois cultivos se encontram na mesma propriedade, topografia e tipo de solo. Os indicadores de qualidade do solo com os respectivos valores (mínimo, médio e máximo) e características de avaliação estão apresentados no Quadro 4.



Figura 29- Abertura de trincheira em lavoura de tomate conduzida em sistema de cultivo convencional com intensa mecanização, para avaliar a qualidade do solo.



Figura 30- Vista em detalhe do perfil do solo cultivado com tomate em sistema de cultivo convencional.



Figura 31- Abertura de trincheira em lavoura de cana de açúcar conduzida em SPDH por 5 anos, para avaliar a qualidade do solo. A vista em detalhe do perfil do solo está apresentada na Figura 40.

Quadro 4- Indicadores de qualidade do solo, valores e características dos indicadores.

Indicadores	Valor	Características
Cor, Odor e Teor de matéria Orgânica (MO)	1	Coloração mais clara, odor desagradável, teor muito baixo de matéria orgânica
	5	Coloração mais escura, sem odor marcante, pouca matéria orgânica
	10	Coloração escura, odor de terra de mata, muita matéria orgânica
Profundidade do solo explorada pelas raízes (Enraizamento)	1	Volume de solo explorado não ultrapassa 10 cm
	5	Volume de solo explorado entre 10 e 20 cm
	10	Volume de solo explorado superior a 40 cm
Estrutura do Solo (Estrutura)	1	Solo poeirento, sem a presença de agregados visíveis
	5	Solo com poucos agregados visíveis, que se rompem com leve pressão
	10	Solo com muitos agregados, que mantém a forma após pressão
Compactação e Infiltração (Compactação)	1	Camada muito compacta, com nenhuma ou pouca infiltração
	5	Camada compacta pouco espessa; a água infiltra lentamente
	10	Sem a presença de camada compactada; a água infiltra facilmente
Erosão(Erosão)	1	Erosão severa, presença de sulcos e canais de erosão
	5	Erosão pouco visível (laminar), o escoamento não cria sulcos
	10	Sem sinais visíveis de erosão
Retenção de umidade (Umidade)	1	Solo seca rápido
	5	Baixa capacidade de retenção de umidade mesmo durante estiagem prolongada
	10	Alta capacidade de retenção de umidade mesmo durante estiagem prolongada

Atividade Biológica (Macrofauna)	1	Sem sinais da presença de minhocas ou artrópodes
	5	Presença de algumas minhocas e artrópodes
	10	Abundância de minhocas e artrópodes
Estado dos restos vegetais e cobertura do solo (Palhada)	1	Pouca ou nenhuma palhada, sem sinais de decomposição
	5	Fina camada de palhada, cobertura do solo inferior a 50%
	10	Espessa camada de palhada, restos vegetais em diferentes estágios de decomposição, cobertura superior a 90%.

Fonte: Adaptado de Altieri e Nichols (2002).

Na lavoura de tomate sob SPC é possível verificar a ausência de palhada, presença de selamento da camada superficial e de camadas compactadas no solo, raízes crescendo horizontalmente, ausência de macrofauna, diferença clara de coloração entre o horizonte do solo trabalhado pelos equipamentos, e que recebe adição de cama de aviário, para o horizonte subsuperficial, em condição original do solo. Já na lavoura de cana de açúcar em SPDH tem-se a presença de espessa camada de palhada (pelo menos 10 cm), abundante quantidade de agregados formados por via biológica (formato arredondado), distribuição das raízes uniformemente em profundidade e a distribuição mais uniforme de matéria orgânica no perfil, visível por meio de uma diferença de coloração mais difusa no perfil.

Constatou-se que o SPDH apresentou valores superiores aos do SPC para todos os indicadores de qualidade do solo. Os valores atribuídos aos indicadores que se situam mais próximos do lado externo do gráfico, caso do SPDH de cana de açúcar (Figura 32), indicam que o sistema apresenta mais qualidade do solo e está mais próximo da sustentabilidade e, ou, de uma condição original do solo, tal como uma área de mata.

Para eliminação da camada compactada recomenda-se o uso do escarificador ou equipamento que atinja adequadamente a camada a ser rompida. Os subsoladores normalmente trabalham a profundidades superiores a 30 cm e fica difícil atingir adequadamente as profundidades entre 12-25 cm, onde comumente se encontram o pé de grade e, ou, arado. Em seguida, realiza-se a sistematização do terreno, de modo que atenda o plantio, tratamentos culturais e colheita das culturas e adubos verdes contidas no plano de rotação, sendo mais utilizado na forma de camalhão, canteiro e no liso. Sempre que possível, deve-se sistematizar o terreno para deixá-lo plano, por facilitar o manejo do adubo verde com o rolo-faca, do mato com a roçadeira

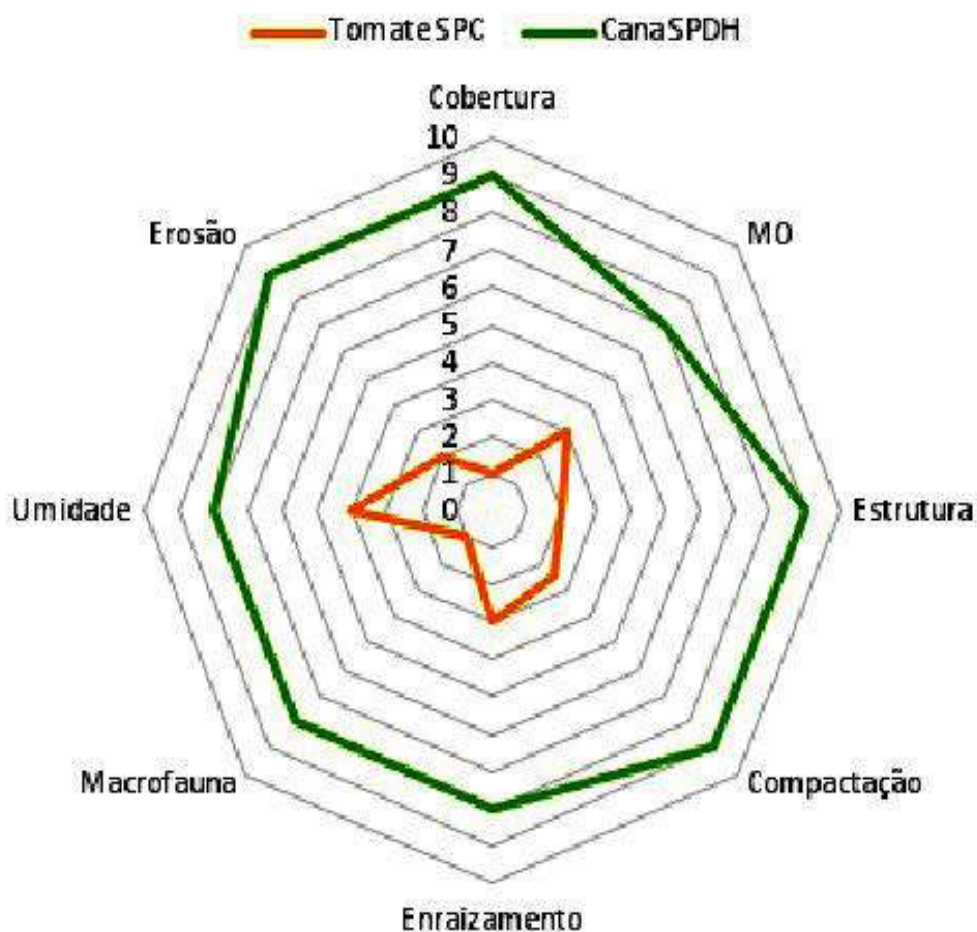


Figura 32- Avaliação da qualidade do solo em lavoura de tomate manejado em sistema de cultivo convencional (SPC) e de cana de açúcar manejada no sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH).

costal e a rotação de culturas e adubos verdes com animais manejados no Pastoreio Racional Voisin. Na sequência deve-se realizar a semeadura das plantas de cobertura solteiras ou consorciadas para produzir o tapete de palha sobre a superfície e todos os benefícios do sistema radicular em melhorar a estrutura e a adicionar carbono no perfil do solo.

É imperativo salientar a necessidade de incluir no plano de rotação de culturas que o cultivo de solanáceas seja evitado em um intervalo superior a três anos, ou seja, só devem ser cultivadas novamente a partir do quarto ano. Os adubos verdes devem ser manejados com rolo-faca próximo à plena floração e, ou, de grão leitoso. No caso do tomate, cujo cultivo requer maior movimentação de pessoas e máquinas na área, o ponto de acamamento do adubo verde pode ser estendido, para que a matéria seca fique mais fibrosa e, consequentemente, aumente o tempo de permanência dos resíduos e da cobertura do solo.

5.3.2- Preparo do Berçário

Entende-se por berçário o local onde a muda será plantada, em condições que minimizem ao máximo o estabelecimento de fatores estressantes para permitir o adequado desenvolvimento da planta. O berçário é construído com o uso de implementos de tração animal, microtrator e trator, abrindo-se o sulco após o acamamento dos adubos verdes com o uso do rolo-faca (Figura 33).

Os sulcos são abertos com um disco de corte com 17” de diâmetro e facão com o formato de dedo de ema, para romper o solo debaixo para cima nas fraturas contidas na estrutura do solo, sem ocasionar espelhamento da área trabalhada. Nesta mesma operação são adicionados os adubos fosfatado e orgânico, nas quantidades apresentadas no Quadro 5.



Figura 33- Preparo do berçário no mesmo dia do acamamento das plantas de cobertura.

Quadro 5- Quantidade de adubo fosfatado e adubo orgânico para composição do berçário.

Teor de P_2O_5 e M.O.	QUANTIDADE (grama, metro linear de sulco ⁻¹)	
	P_2O_5	Cama de aves
Baixo	35	400
Médio	26	300
Alto	18	200

Recomenda-se que o berçário seja estabelecido em solo com agregados estáveis e visíveis (terra de estrutura granular estável), situação que é alcançada com o SPDH consolidado (após 3-4 anos de estabelecimento) (Figura 34).



Figura 34- Solo com agregados estáveis e visíveis por consequência do uso da rotação de culturas e de adubos verdes por mais de 4 anos em SPDH. .

Exemplos do plantio de mudas no berçário e do início do desenvolvimento das mudas podem ser vistos nas Figuras 35 e 36. Merece destaque que o desenvolvimento das mudas do tomateiro no SPDH, em função da ocorrência de menores temperaturas do solo, fruto da presença da palha (Figura 37) e de melhores condições de umidade, é mais lento em comparação ao SPC. Isso possibilita à muda absorver o conjunto de nutrientes necessários para formar tecidos saudáveis.



Figura 35- Plantio das mudas no berçário. Nilvo e Dalvo Knaul, comunidade Três Barras, Ituporanga-SC, 2005.



Figura 36- Mudas de tomateiro em início de desenvolvendo no berçário.



Figura 37- O início do crescimento e desenvolvimento da muda de tomate no SPDH em meio à palha. Como o solo apresenta temperaturas mais amenas, o crescimento é mais lento e a muda apresenta maior sanidade.

5.4- Critérios para Escolha de Espaçamento de Plantio e Condução da Planta

Em experimentos com tomate realizados na EECdor nas safras de 1998 a 2001, conduzidos sob SPDH, com o coquetel de adubos verdes aveia + nabo forrageiro + ervilhaca manejados com rolo-faca, fertirrigação por gotejo e condução da planta com tutoramento na vertical, buscou-se definir número de hastes, a quantidade de cachos e espaçamento entre plantas. Verificou-se que para planta conduzida com uma haste o ideal é manter até 5 cachos florais por planta e espaçamento de 0,35m.

No caso de planta conduzida com 2 hastes, deve-se manter até 9 cachos, sendo 5 na haste principal e 4 na secundária, e 0,50m como espaçamento entre plantas. O espaçamento entre linhas deve ser de 1,4 a 1,5 m (Figura 38) para facilitar tratos culturais, como o manejo da vegetação espontânea, através da roçada, a pulverização nos dois lados da planta, a melhoria da ventilação e a entrada da radiação solar, repercutindo assim na diminuição do tempo de molhamento foliar.



Figura 38- Planta conduzida com 2 hastes no espaçamento de 0,5 x 1,5m.

Através dos experimentos se verificou que um dos efeitos diretos da poda apical, na terceira folha acima do cacho floral, foi a diminuição do tempo de colheita, assim como o aumento do peso e tamanho dos frutos. O número menor de cachos por planta ocasiona maior disponibilidade de fotoassimilados aos frutos, ou seja, proporciona maior oferta da fonte ao dreno, que apresenta menor demanda, possibilitando o desenvolvimento pleno de todos os frutos contidos no cacho e não só daqueles localizados no início do mesmo.

O espaçamento entre plantas e o número de cachos e de hastes interfere na produtividade, tamanho e qualidade do fruto e no tempo de colheita. Nos experimentos realizados pela equipe do Professor Paulo Cezar Rezende Fontes da UFV (Viçosa, MG), verificou-se aumento de fruto oco com o aumento da quantidade de cachos e de hastes por planta. Porém, em trabalhos relacionados à quantidade de frutos rachados com o número de cachos e hastes, o defeito aumentou com a diminuição do número de haste e cacho. Por outro lado, o grupo de trabalho do Professor Joênes Pelúzio de Campos da UFV (Viçosa, MG), verificou que plantios mais densos reduzem o peso médio e a incidência de frutos rachados, podendo-se supor que a associação da poda drástica com uma maior densidade de planta reduzirá a rachadura de frutos.

Nos trabalhos conduzidos pela equipe do Professor Nereu Augusto Streck da UFSM (Santa Maria, RS), verificou-se que a densidade de planta e a poda apical do tomateiro afetam a produção, resultando em menor tempo de colheita quanto mais drástica for a poda apical, isto é, quanto menor for quantidade de cachos. Também verificou-se que a produção aumenta, até certo ponto, com aumento da densidade e número de cachos. Os resultados encontrados pelo grupo do Professor Valter Rodrigues Oliveira da UFV, que avaliaram a distribuição de fruto nos cachos em plantas conduzidas com 1 e 2 hastes, foi que a quase totalidade de frutos graúdos e médios concentra-se nos primeiros 5 cachos em plantas conduzidas com 1 haste. Já em plantas com 2 hastes, os frutos graúdos e médios concentraram-se nos 5 primeiros cachos da haste principal e nos 4 da secundária.

A partir desses resultados relatados, em conjunto com aqueles obtidos nas LE conduzidas desde 2001, foi possível chegar a uma distribuição espacial das plantas mais adequada, interferindo positivamente no tempo de colheita e tamanho e qualidade de fruto. Assim, pode-se ter como orientação o espaçamento de 0,35 m entre plantas conduzidas com uma haste e podadas na terceira folha acima do 5º cacho. Em plantas conduzidas com 2 hastes, o espaçamento entre plantas deverá ser de 0,50 m e recomendando-se a poda apical na terceira folha acima do 5º cacho da haste principal e na terceira folha acima do 4º cacho da haste secundária. O espaçamento entre linhas deverá ficar próximo a 1,5 m.

Em sistemas de cultivo como o agroecológico, recomenda-se manejar a cultura com menor quantidade de cachos por planta, diminuindo o espaçamento entre as plantas e mantendo ou diminuindo o espaçamento

de 1,50 m entre linhas. Uma opção é a condução com uma haste e 3 a 4 cachos ou 2 hastes com 3 cachos na principal e 2 na secundária. Esta condução tende a obter o melhor da planta ainda nova e forte, colheita de fruto graúdo em menor tempo e boa produtividade.

Uma vez definido a espaçamento e o modo de condução da planta, é hora de pensar na construção do estaleiro para planta tutorada na vertical, com taquara ou fitilho. Esta tarefa requer habilidade e tempo, evitando queda ou desalinhamento que pode ser ocasionado pelo vento e o peso do conjunto de plantas do tomatal.

Itens como palanques reforçados nas cabeceiras da linha, esticador de arame, comprimento máximo da linha e, principalmente, as escoras de sustentação lateral da linha são fundamentais. No município de Ituporanga, no Alto Vale do Itajaí, os irmãos Knaul e a família Hoffman desenvolveram a técnica de construção do estaleiro para tomate tutorado na vertical, com linha de planta com comprimento próximo a 50 m, e com um palanque em cada extremidade, conectados por arame 14, mantido esticado por catracas instaladas em cada extremidade superior do palanque (Figura 39).

No caso do uso da taquara como tutor da planta, recomenda-se instalá-la antes ou logo em seguida ao plantio da muda, pois se esta operação for realizada mais tarde, pode ocorrer danos às raízes da planta, o que favorecerá a entrada de patógenos.



Figura 39 - Construção do estaleiro para tomate tutorado na vertical.

6- FERTILIDADE DO SOLO

A variação no teor de matéria orgânica do solo (MOS) nos diversos sistemas de produção agrícola depende diretamente dos fluxos de entrada e saída de carbono no solo, que são governados pelos processos da fotossíntese e respiração. E, por sua vez, a eficiência destes processos depende de uma série de fatores edafoclimáticos, tais como temperatura, umidade, aeração, pH e disponibilidade de água e de nutrientes.

Esses fatores podem ser influenciados pelas práticas de manejo e uso do solo adotadas, incluindo sistemas de cultura e preparo do solo, causando alterações na taxa de decomposição da biomassa e da MOS. Parte da biomassa permanece no solo após o processo microbiano de decomposição, transformando-se em substâncias húmicas que mantêm e melhoram atributos edáficos, tais como aumento da retenção de umidade, melhor estruturação do solo e maior retenção de cátions, podendo a MOS humificada contribuir com 70-80% de seu total no solo.

A MOS presente na forma de substâncias húmicas, tais como o carbono da fração humina (HUM), ácidos húmicos (AH) e ácidos fúlvicos (AF), interage com a fração argila e tem influência direta e indireta sobre a fertilidade e a estrutura do solo (Stevenson, 1994). Em estudo realizado no Sistema Integrado de Produção Agroecológico (SIPA), em Seropédica, RJ, Loss et al. (2010) verificaram que o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados e a fertilidade do solo, por meio dos parâmetros soma de bases (Valor S) e capacidade de troca catiônica (CTC), são maiores e diretamente influenciados pelos teores de carbono das frações HUM, AH e AF na área cultivada em SPD de berinjela/milho. Entretanto, na área cultivada com milho/feijão no SPC, os autores não encontraram correlação entre as frações húmicas e o DMP e a fertilidade do solo. Dessa forma, esses resultados indicam que o SPC desfavorece a formação e, ou, manutenção dos teores de carbono das frações HUM, AH e AF; e o SPD apresenta padrão contrário, sendo a agregação e a fertilidade do solo influenciadas positivamente pelos teores de carbono das substâncias húmicas.

Em outro estudo desenvolvido na EEIt, o qual gerou a Dissertação **Frações orgânicas e atributos químicos em agregados do solo sob sistema de plantio direto e convencional de cebola**, a equipe avaliou a influência do SPC do solo e do SPDH, para o cultivo da cebola, sobre as frações orgânicas e atributos químicos dos agregados do solo. Os tratamentos constituíram-se do cultivo de cebola em SPDH com a utilização de diferentes espécies, solteiras e consorciadas, para a cobertura do solo: vegetação espontânea; 100% aveia; 100% centeio; 100% nabo forrageiro; consórcio de nabo forrageiro (14%) e centeio (86%); consórcio de

nabo forrageiro (14%) e aveia (86%). Elas foram comparadas com uma área sob SPC do solo com cultivo de cebola por 37 anos e uma área de mata (floresta secundária por 30 anos). O SPDH favoreceu o processo de humificação da MOS e proteção das frações da MOS nos agregados na profundidade de 0-5 cm em comparação ao SPC. O SPDH também melhorou a fertilidade do solo, incrementando os teores de Ca e K nas três profundidades avaliadas, e de Mg nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm. Conforme os resultados obtidos, o SPDH melhora a qualidade edáfica dos agregados e, conseqüentemente, pode reduzir os danos causados pelo SPC, contribuindo para a redução de impactos ambientais e favorecendo a sustentabilidade do agroecossistema da cebola.

No cultivo do tomate em sistema convencional, é comum o uso intensivo do solo e água, de elevadas quantidades de adubos altamente solúveis na base, em cobertura e na forma de pulverizações foliares. Estas práticas causam aumento da compactação do solo e da erosão hídrica, desequilíbrio nutricional e, conseqüentemente, utilização intensiva de agrotóxicos. O solo, um meio heterogêneo e complexo, deve ser considerado como um habitat permanente das comunidades de raízes das plantas e de micro e macrorganismos, e também como reservatório de água, matéria orgânica e nutrientes.

O manejo do solo deve ser feito de forma a fornecer as condições para que o sistema radicular absorva água e nutrientes em quantidade e época adequadas, conforme a taxa de crescimento da planta. Por isso, a importância de se ter uma estrutura grumosa, que permita o armazenamento e a drenagem do excesso de água, a adequada velocidade de difusão do O₂, usado na respiração e, por outro lado, manter uma biota em equilíbrio dinâmico, evitando explosões populacionais que atinjam a saúde da planta em momentos de estresse.

Deve-se planejar a prática da calagem e da fertilização para criar ambiente no solo com pH favorável e nutrientes em quantidades adequadas à comunidade vegetal e ao desenvolvimento da diversidade populacional da biota. A adubação de base e de cobertura devem ser alocadas segundo o estoque de nutrientes no solo e as taxas diárias de absorção de nutrientes do tomate, relacionadas com os seus fatores de crescimento e desenvolvimento. Para melhorar a estrutura do solo e gerar equilíbrio biológico é necessário, além do uso de adubos verdes, consorciar as plantas cultivadas com as espontâneas. À medida que se aumenta a diversidade vegetal e a da biota do solo no sistema, aumenta-se a sua complexidade e, conseqüentemente, o seu equilíbrio dinâmico.

Assim, é necessário pensar a prática da “adubação de sistema” em detrimento “da adubação de vaso”, também conhecido como adubação localizada.

6.1- Correção da Acidez e da Quantidade de Fósforo e Potássio

A recomendação de correção da acidez e dos teores de fósforo e de potássio no solo deve ser orientada com base nos resultados da análise química do solo, tendo como objetivo manter o pH entre 5,5 e 6,0, e elevar os estoques de P_2O_5 e K_2O , que estão contidos no Quadro 6. As operações de incorporação do calcário, fósforo e potássio devem ser realizadas antes do plantio do adubo verde e das mudas de tomate, uma vez que implantado o SPDH, o preparo do solo ficará restrito às linhas de plantio.

No caso da calagem, quando necessária, deve ser feita aplicando-se a metade antes da aração e a outra metade antes da gradagem, no mínimo 90 dias antes do plantio. No entanto, alguns agricultores tem usado escarificador, grade ou enxada rotativa para incorporar o calcário. O uso desses equipamentos para a incorporação do calcário tem ocasionado uma correção excessiva do pH na profundidade de 0-10 cm e uma correção deficiente na profundidade de 10-20 cm. Isso faz com que as raízes das culturas de adubação verde, das hortaliças e de importantes plantas espontâneas fiquem concentradas na camada superficial, deixando as plantas mais suscetíveis a estresses de água, nutrientes, acidez e toxidez por alumínio ou manganês. Esses estresses são mais nocivos, principalmente, quando as plantas de tomate precisam fornecer nutrientes aos seus frutos, diminuindo a produtividade e sua qualidade.

A correção desse erro de realizar a calagem superficial permite que o sistema radicular, responsável pela absorção de água e nutrientes, aumente sua capacidade de suprir a necessidade vegetativa e dos frutos, que é muito alta, pois uma planta de tomate chega a desenvolver, normalmente, 60 a 80 frutos em um período de, aproximadamente, 50 a 80 dias. Também tem sido observado, através da análise química do solo e análise visual das condições de saúde das plantas, que o teores de fósforo e potássio nos solos estão interpretados como muito alto. Isso é consequência, principalmente, do uso excessivo e nas mesmas áreas da cama de aves e de adubos químicos formulados. Isso tem refletido na diminuição da produtividade, no uso de adubo sem critérios, principalmente foliar para tentar corrigir deficiências de micronutrientes, e de elevadas quantidades de pulverização com inseticidas e fungicidas.

Quadro 6- Quantidade de fósforo e de potássio incorporado ao solo para correção total.

Teor de P e K no solo	Kg P_2O_5 /ha	Kg de K_2O /ha
Muito baixo	120	120
Baixo	60	60
Médio	30	30

Fonte: Adaptada do Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004).

6.2- Adubos Verdes

Por meio do uso de adubos verdes se obtém diversos benefícios, tais como a proteção da superfície do solo, pela deposição dos seus resíduos vegetais, do impacto das gotas da chuva e dos extremos de temperatura e umidade, controlam-se as plantas espontâneas em níveis não prejudiciais às plantas de interesse econômico; e no perfil do solo tem-se o efeito de melhoria da estrutura do solo (Figura 40), de fornecimento de carbono e da ciclagem de nutrientes, que contribuem para a melhoria da atividade biológica do solo.



Figura 40- Solo protegido pela deposição de resíduos culturais e com adequada estrutura (agregados formados por via biológica visíveis e presença abundante de raízes no perfil do solo), propiciando conforto para as plantas.

A utilização dos adubos verdes e, ou, plantas de coberturas no SPD e, ou, SPDH, em substituição ao SPC, aumenta a quantidade de biomassa depositada na superfície do solo, reduz os processos erosivos e favorece a recuperação dos atributos químicos, físicos e biológicos. Em trabalho desenvolvido na EElT, em experimento com cultivo de cebola por 5 anos no SPDH com o uso de plantas de coberturas solteiras (aveia, nabo forrageiro e centeio) e consorciadas (aveia + nabo; centeio + nabo), a equipe da UFSC e Epagri avaliou a agregação do solo e os teores de carbono orgânico total (COT) nas áreas em SPDH e na área anterior ao SPDH, a qual era cultivada cebola em SPC, sendo na época de avaliação, com 37 anos em SPC de cebola. Foi verificado que o uso de plantas de cobertura, solteiras ou consorciadas, no SPDH da cebola foi eficiente para recuperar e aumentar os teores de COT e índices de agregação do solo (diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico e índice de sensibilidade) em relação ao SPC (Loss et al., 2015).

A biomassa depositada na superfície do solo pelos adubos verdes ou plantas de cobertura, conforme a mesma vai se decompondo, promove o aumento da atividade microbiana, a ciclagem e o acúmulo de nutrientes e de MOS, e, conseqüentemente, favorece a melhoria e, ou, aumento dos atributos edáficos (Lima Filho et al., 2014).

A melhoria da estrutura do solo tem relação direta com a família das plantas de cobertura utilizadas. As poáceas, antiga família das gramíneas, apresentam uma fitomassa de elevada relação C/N e um sistema radicular extenso e renovado constantemente, favorecendo a rizodeposição de carbono e exsudados radiculares. Elas são, por isso, espécies mais eficientes em aumentar e manter a estabilidade dos agregados do solo em comparação à família das leguminosas. Estas, pela fixação biológica de nitrogênio em suas raízes, aumentam o conteúdo deste elemento no solo, a relação C/N baixa de sua fitomassa favorece a decomposição mais acelerada da palhada, deixando o solo mais rapidamente descoberto e suscetível a condições climáticas adversas.

O consórcio de gramíneas e leguminosas como culturas de cobertura para a formação de palhada para o SPD é desejável pelo fato de se obter uma cobertura de relação C/N intermediária, com maior persistência no solo, que irá acarretar em melhorias nos atributos edáficos e fornecer mais gradativamente os nutrientes às culturas de interesse (Calegari, 2008).

As raízes das plantas têm diversas funções, tais como dar suporte à planta, absorver água e nutrientes, mas elas também sintetizam, acumulam e liberam exsudados que regulam o crescimento da planta. Na rizosfera (interface de comunicação entre as raízes e o solo), as raízes alteram a estrutura do solo, a aeração e a atividade biológica, uma vez que são a principal fonte de entradas de compostos orgânicos. Através da exsudação de vários tipos de compostos, as raízes influenciam a comunidade microbiana do solo na sua vizinhança, afetam a resistência a pragas, estimulam simbioses, melhoram propriedades químicas e físicas do

solo, e inibem o crescimento de espécies de plantas concorrentes (Bertin et al., 2003). No sistema de cultivo convencional, a utilização de herbicidas no manejo das culturas simplifica o sistema, uma vez que elimina e, ou, diminui a diversidade de plantas cultivadas ou espontâneas, limita a adição de matéria seca aérea e radicular e, conseqüentemente, afeta a comunidade da biota do solo, assim como suas simbioses. Com a diminuição e simplificação da diversidade vegetal e da biota do solo, este torna-se vulnerável às condições edafoclimáticas adversas, tais como a compactação e a erosão. Este quadro irá culminar nos estresses das plantas, sendo estes por deficiência ou excesso de nutrientes e água, assim como por variações excessivas de temperaturas diurnas e noturnas.

Assim, recomenda-se reduzir ao máximo a movimentação do solo e cultivar os adubos verdes e as plantas de coberturas e espontâneas naquelas épocas em que a hortaliça estará na entressafra. A entressafra do tomate ocorre no período de inverno, sendo recomendado cultivar aveia-preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*), tremço azul (*Lupinus angustifolius*) ou branco (*Lupinus albus*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Também pode-se cultivar um coquetel de plantas (com três ou mais espécies), sendo o coquetel de plantas o mais indicado, com a composição de aveia + ervilhaca + nabo forrageiro (Figura 41), nas quantidades de 80+20+8 kg ha⁻¹, respectivamente. No período de verão são indicados os cultivos de milho (*Zea mays*), milheto (*Penisetum americanum*), mucuna (*Strizolobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), girassol (*Helianthus annuus*) e papuã (*Brachiaria plantaginea*) (Figura 42), sendo o seu coquetel o mais indicado, como o de girassol+milheto+ mucuna, nas quantidades de 15+8+40 kg ha⁻¹, respectivamente.



Figura 41- Coquetel de adubos verdes de inverno composto por aveia preta + ervilhaca comum + nabo forrageiro. Ituporanga, SC, 2006.



Figura 42- Coquetel de adubos verdes de verão composto por mucuna, papuã e milho. Ituporanga, 2006.

O manejo das plantas de cobertura mais apropriado é com rolo-faca por manter um tapete de palha sobre o solo, retardando o aparecimento de plantas espontâneas, que devem ser manejadas com roçadeira no período da safra. Esta prática objetiva promover a construção progressiva da biodiversidade na área de cultivo, evitar o estresse nutricional, diminuir fontes de inóculo de oportunistas, aumentar o potencial criatório de inimigos naturais e contribuir com a melhora da estrutura do solo e também da ciclagem de nutrientes.

O seu planejamento em longo prazo objetiva estabilizar a produção e diminuir manchas de fertilidade horizontal e vertical do perfil do solo na área cultivada. É importante conhecer quais as plantas de cobertura ou seus coquetéis podem contribuir com a quebra de ciclos de “patógenos”, com a melhor relação C/N, com sistemas radiculares diversificados, com a quantidade de deposição de matéria seca, com abafamento de plantas espontâneas, com a criação de inimigos naturais, com a rizodeposição, entre outros benefícios (Figura 43).

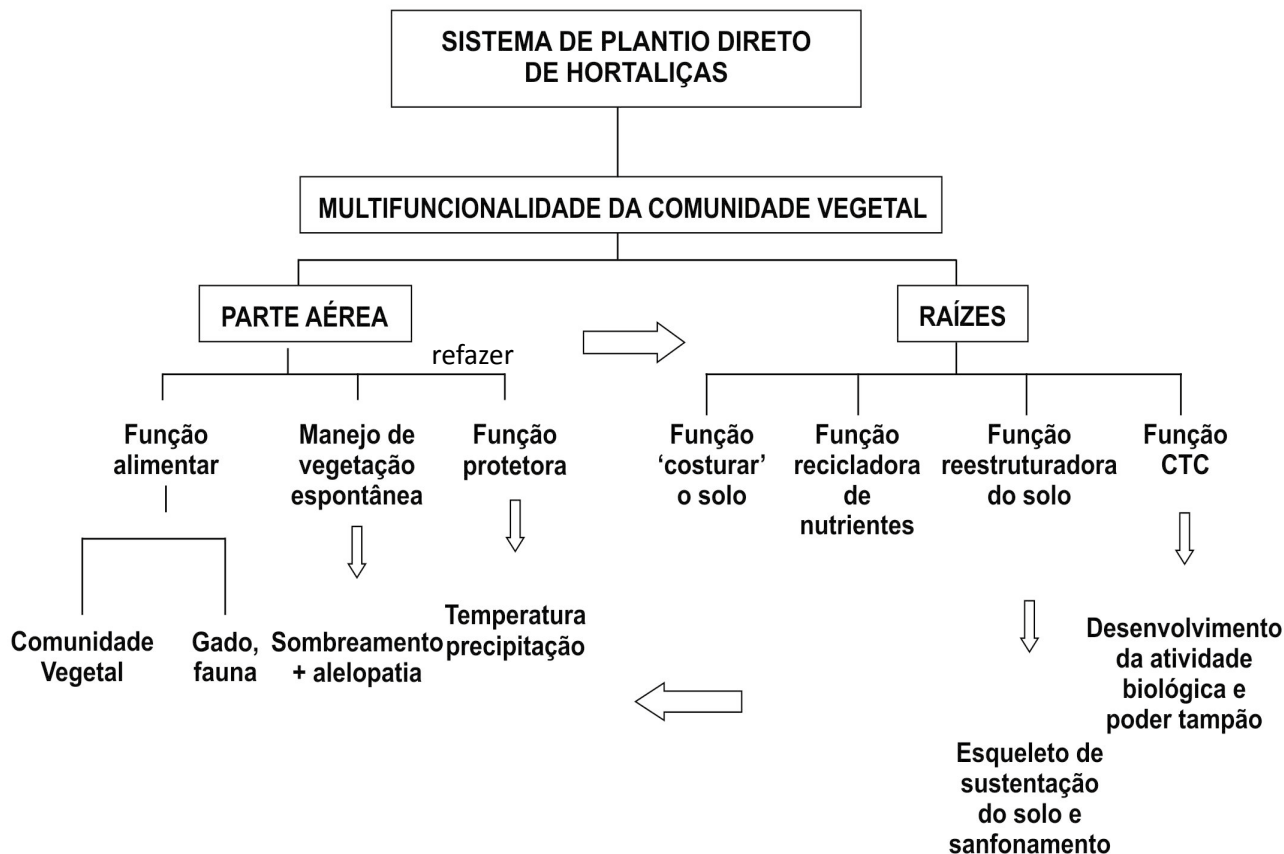


Figura 43- Multifuncionalidade da comunidade vegetal (adaptado de Ségur et al., 2012).

7- NUTRINDO AS PLANTAS COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO ESTOQUE DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DA PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os organismos fotossintéticos saíram da água para habitar a terra há mais de 400 milhões de anos, evoluindo para os atuais vegetais, que aprimoraram sua relação com o meio em que vivem através de mecanismos ainda pouco conhecidos pela ciência, principalmente no campo da promoção de saúde em vegetais. No esforço de compreender essa relação planta-ambiente e a promoção de saúde de planta, tem-se avançado na área da nutrição ajustando a taxa diária de absorção de nutrientes (TDA) através da interpretação dos sinais apresentados pela planta, correlacionado com o estoque de nutrientes no solo e com as condições climáticas. Assim, a exigência de água e nutrientes pelo tomateiro será variável conforme o seu estágio de desenvolvimento, que pode ser dividido, de forma simplificada, em três fases com semelhante taxa de produção de biomassa (G) e de absorção de nutrientes (TDA). Isso significa que o acúmulo de biomassa e de nutriente tem estreita relação ao longo do ciclo cultural: a) Fase Inicial, que vai,

aproximadamente, do plantio da muda até o início da frutificação (0 aos 38 DAP); b) Fase Intermediária, que vai, aproximadamente, do início da frutificação até próximo a 2ª colheita dos frutos (38 aos 108 DAP); e c) Fase Final, que, aproximadamente, vai da 2ª até a última colheita (108 aos 130 DAP) (Figura 44).

Na primeira fase são consumidos, aproximadamente, 17% do total dos nutrientes absorvidos durante o ciclo do tomateiro, isto porque a planta é pequena e está passando da fase juvenil ao início da frutificação. Nesta fase deve-se evitar efetuar adubações pesadas de N, P e K na base. Na fase Intermediária, a planta consome, em torno de 70% de todos nutrientes absorvidos no ciclo cultural, caracterizada pela fase adulta ou reprodutiva, com maior intensidade de consumo de água e nutrientes. Na fase final, a planta consome somente 13% do total dos nutrientes absorvidos, por ser a fase de enchimento dos últimos frutos a serem colhidos.

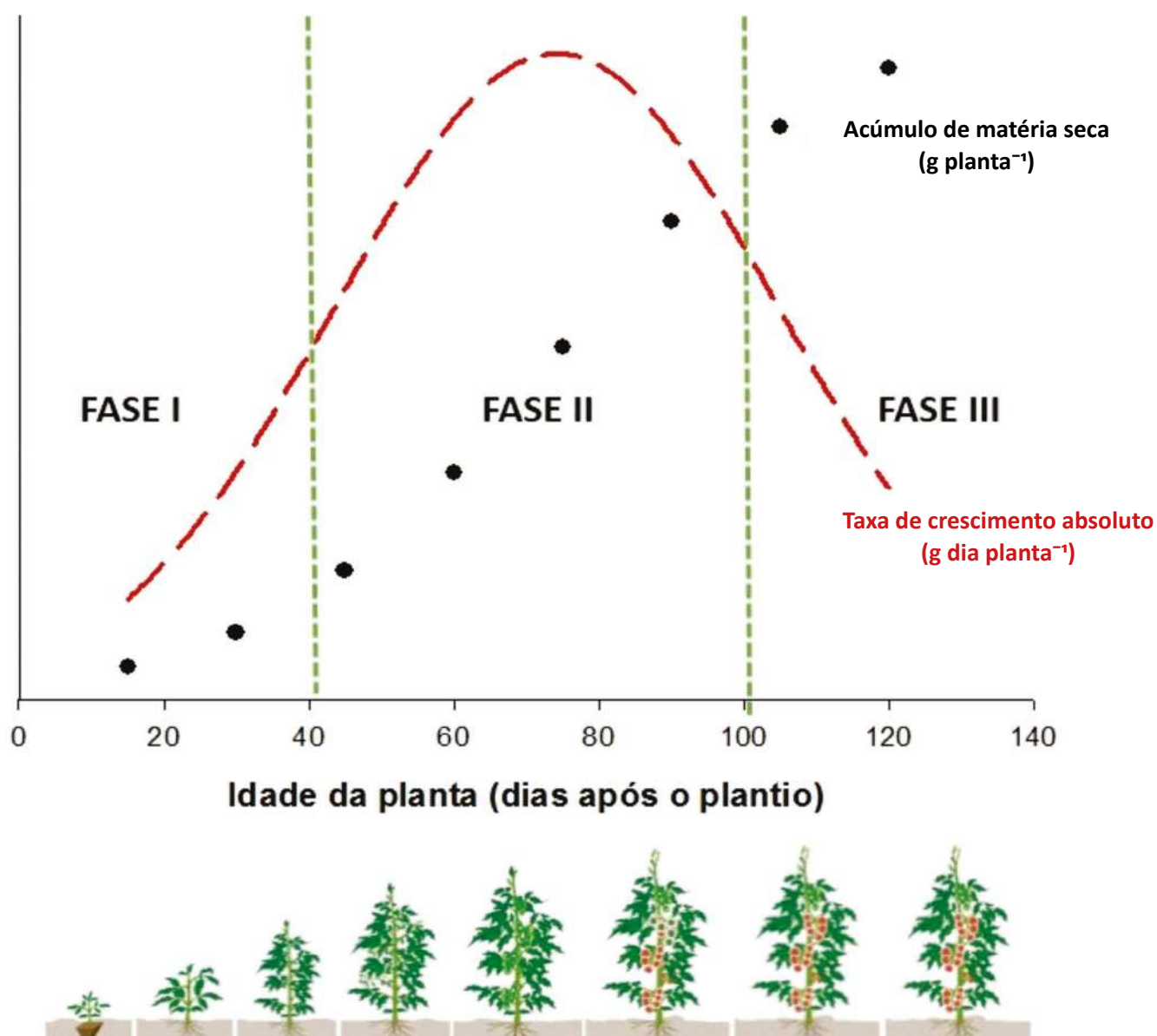


Figura 44- Fases de crescimento e desenvolvimento da planta de tomate ao longo do ciclo cultural.

Avançando no entendimento básico das taxas diárias de produção de biomassa (G) e a taxa de absorção de nutriente (TDA) durante as fases de crescimento da planta de tomate, pode-se associá-las à ação direta da condição climática, sendo importante ter em mente que esta hortaliça é sensível, principalmente, à temperatura e à luminosidade, que interferem no seu crescimento e desenvolvimento, que também dependem da atividade fotossintética e respiratória.

Assim, deve-se notar que estas taxas variam diariamente com a interferência destas duas condicionantes climáticas que podem persistir por vários dias. É neste evento persistente que se pode aumentar, diminuir e até eliminar a adubação semanal com reflexo direto na produção e na saúde das plantas de tomate.

A título de exemplo, em períodos com temperaturas ótimas para a fase da cultura, associado a dias de céu limpo, portanto, com muita luminosidade, haverá aumento na produção fotossintética e também da evapotranspiração, sendo possível que a planta necessite de mais nutrientes (e com certeza de mais água).

Por outro lado, diminuindo a fotossíntese, fato que pode ocorrer em dias nublados e, ainda mais com temperaturas abaixo do ótimo, é possível que a planta necessite de menos nutrientes (e com certeza de menos água).

É possível, por quê? Há outro elemento a ser incorporado na tomada de decisão em abastecer a demanda em nutrientes pela planta de tomate, obter boa produtividade e manter sua saúde.

A planta expressa sinais característicos na parte aérea e radicular, que podem ser interpretados pelos técnicos e agricultores experientes no cultivo da planta de tomate em SPDH. Deve-se considerar: a) diferença no tamanho dos frutos entre os cachos; b) o tamanho e intensidade de cor da folha; c) a diferença na intensidade da cor verde entre as folhas velhas e novas; e d) os sinais de retranslocação dos nutrientes das folhas baixas (saia da planta) para os drenos principais.

No caso das raízes, o principal sinal é o “tamanho do sistema radicular”, que deve ser proporcional ao tamanho da parte aérea da planta. No caso de desequilíbrio entre as duas partes da planta, deve-se fazer um ajuste proporcional do tamanho da parte vegetativa da planta com o sistema radicular, através da poda apical.

Munidos com estes conhecimentos, os praticantes do SPDH podem entrar nas lavouras para observar os sinais que a planta apresenta e entender o que está ocorrendo para poder interferir no seu manejo, ao invés de procurar doenças (“perebas”), pois o foco do SPDH é saúde.

Para o agente de ATER, pesquisador e lavoureiro, o principal é olhar a lavoura em alguns aspectos gerais, como:

a) Folhas baixas com coloração verde (Figura 45) ou amarelada: esta coloração sinaliza a retranslocação

em massa de nutrientes, ocasionada pelo modo de adubar e relacionada à força do dreno. A coloração amarelada das folhas significa que a adubação não supriu a demanda da planta;

b) Parede, formada pelo corpo das plantas, contínua e uniforme: significa que não há manchas de fertilidade do solo e que há uniformidade na oferta de nutrientes via fertirrigação (Foto 46);

c) Formato do corpo da planta: crescimento e desenvolvimento relacionado com o clima e manejo da água e adubo ao longo do ciclo cultural (Figura 47);

d) Diferença no tamanho dos frutos no cacho e entre os cachos: significa que a planta recebeu oferta de água e nutrientes corretamente (Figuras 48, 49 e 50);

e) Diferença de intensidade da cor verde entre folhas maduras e novas: significa que a adubação está ajustada à demanda e à saúde da planta (Figura 51).



Figura 45- Pequena diferença no tamanho dos frutos entre cachos, significando que a planta recebeu oferta de água e nutrientes corretamente. As folhas mais baixas da “saia” estão começando a apresentar coloração verde claro, indicando ainda equilíbrio entre adubação e demanda do dreno, com uma retranslocação de nutrientes normal, no limite.



Figura 46 - Parede, formada pelo corpo das plantas, contínua e uniforme.

Nas lavouras de estudo aprendemos a alocar os adubos de cobertura via fertirrigação por gotejamento naqueles eventos climáticos ótimos, nos quais podemos duplicar a produtividade. Muitos destes eventos persistirem por uma e, às vezes, por duas semanas, momentos em que os sinais da planta indicam necessidade de mais “comida” e água. Nestes momentos é que existe a possibilidade do salto na produtividade, aumentando-se a quantidade de nutrientes e água. Ao deixar de aumentar estes elementos essenciais neste evento climático, haverá perda na produtividade. **Neste caso, ao deixar de adubar a quantidade que a planta está necessitando, caracterizando um erro conhecido por estresse nutricional, pode-se ter um evento irreversível.**

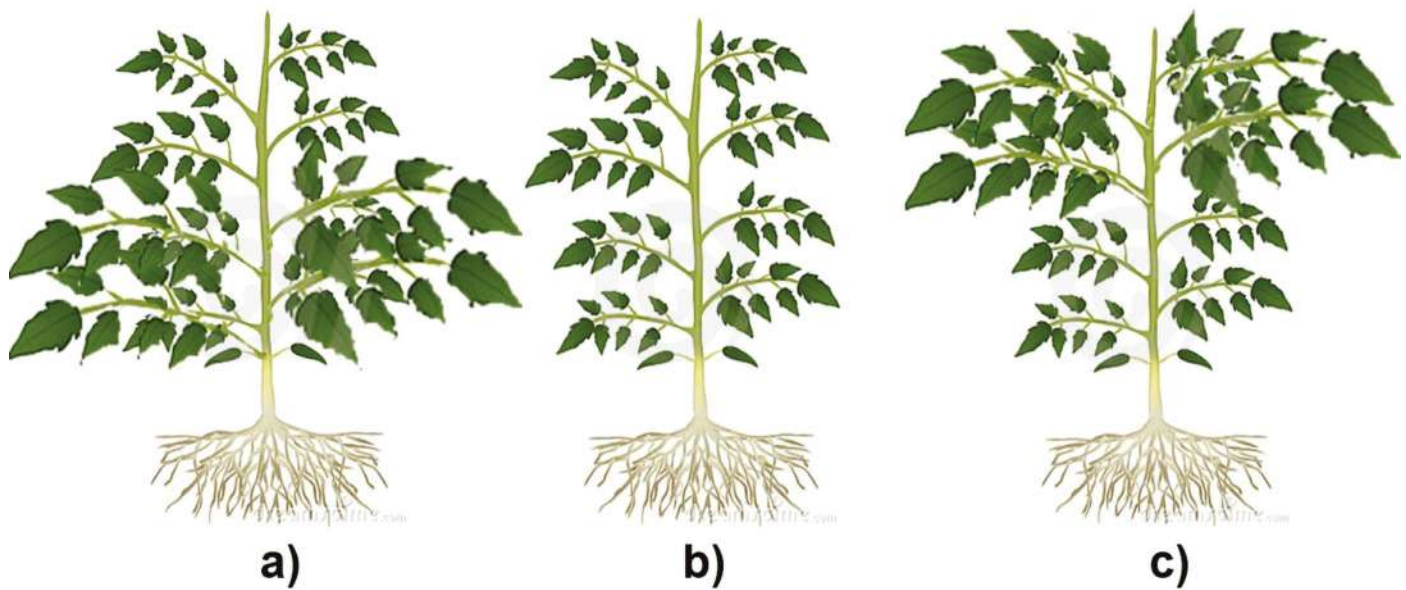


Figura 47- Formato do corpo do tomateiro: a) planta com formato de pirâmide, significando forte adubação de base que foi diminuída mais tarde; b) planta com formato de cilindro, indicando adubação pela TDA; e c) planta com formato de pirâmide invertida, indicando adubação inicial deficiente, seguida por adubação excessiva.



Figura 48- O raleio dos frutos menores e, ou, com defeito aumenta o tamanho dos frutos. Neste exemplo poder-se-ia deixar seis ou até sete frutos no cacho.



Figura 49- Os 3 primeiros cachos apresentam certa uniformidade no tamanho, porém com grande diferença para o quarto cacho. Este, por sua vez, se assemelha com os seguintes. Nesse exemplo, houve dois momentos descontínuos em fornecer os nutrientes da TDA e água. Mas, esta diferença também pode ter sido ocasionada por temperatura abaixo do ótimo para o crescimento do fruto.



Figura 50- A pequena diferença no tamanho dos frutos entre cachos, formando uma longa pirâmide de base estreita, indica que a adubação atendeu a demanda da TDA. Anitápolis-SC, 2013.

A absorção de nutrientes pode ser afetada por temperaturas abaixo de 15°C e acima de 30°C, interferindo notadamente nos processos bioquímicos. Na planta de tomate, a curva de resposta de absorção de nutrientes em função da temperatura, com a máxima absorção, ocorre em torno de 25°C. A faixa térmica ótima para a absorção da maioria dos nutrientes pelo sistema radicular se situa entre 20°C e 25°C. A disponibilidade de oxigênio afeta diretamente a atividade respiratória do sistema radicular, pois este necessita de energia para construir a diferença de pH entre a parte interna e externa da membrana das células radiculares e desencadear a absorção de nutrientes via “proteínas transportadoras”. Não menos importante na velocidade e quantidade de absorção dos nutrientes, é a umidade do solo, que influencia a taxa de transpiração através do fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera.

Portanto, de nada adianta adubar as plantas se o solo não apresentar uma estrutura adequada, local onde a planta irá absorver os nutrientes e água adequadamente para a sua manutenção, crescimento e desenvolvimento de seus frutos.



Figura 51- A presença de um pequeno gradiente no tamanho dos frutos entre os cachos da planta, a parede foliar horizontal uniforme e contínua ao longo da linha de plantio e a saia da planta com coloração verde. As folhas desenvolvidas apresentando verde mais intenso que as folhas mais novas, indicando uma condução de adubação ótima para a saúde da planta.

7.1- Absorção de Nutrientes

No experimento realizado na EECdor, em 1999, com o tomate longa vida Carmen, cultivado em SPDH, verticalizado, no espaçamento 1,10 X 0,40m, uma haste, 5 cachos e fertirrigado por gotejamento, sobre a palha do consórcio de aveia, nabo forrageiro e ervilhaca, acamados com rolo-faca, o consumo de nutrientes pelas plantas de tomate foi crescente durante o ciclo da cultura (Figuras 52 e 53), acompanhando o acúmulo de matéria seca na planta. Resultados semelhantes foram encontrados por FAYAD (1998), com a cv. Santa Clara e EF-50, nos quais as curvas de absorção de nutrientes apresentaram três fases de intensidade de consumo: nos primeiros 45 DAP, as plantas absorveram pequena quantidade de nutrientes, passando por período de intenso acúmulo dos 45 a, aproximadamente, 90 DAP. Depois houve tendência de estabilização até a última colheita, aos 120 DAP. O Ca, Mg, Fe e Zn foram exceção, pois apresentaram intenso acúmulo dos

45 aos 120 DAP. O acúmulo de nutrientes nas plantas de tomate até, aproximadamente, 45 DAP, foi devido ao desenvolvimento das folhas, caule e primórdios florais. A partir dos 45 DAP, o intenso acúmulo de nutrientes deveu-se, principalmente, ao desenvolvimento e crescimento dos frutos

As plantas de tomate apresentaram acúmulo máximo, aos 120 DAP, de 14,28; 1,84; 16,66; 13,89 e 2,31 g planta⁻¹ para N; P; K; Ca e Mg, respectivamente, e de 51,76; 96,61; 22,04 e 415,60 mg planta⁻¹ para Fe; Mn; Zn e Cu. Deste total, foi alocada nos frutos a quantidade de 9,4; 1,2; 11,8; 1,5 e 0,7 g planta⁻¹ para N; P; K; Ca e Mg, respectivamente, e de 24,0; 7,4; 8,6; 6,8 e 3,7 mg planta⁻¹ para Fe; Mn; Zn; Cu e B, representando a quantidade exportada de nutrientes.

Com o início da frutificação, a partir dos 45 dias, a maior parte do N, P; K e Fe foram absorvida pelas plantas de tomate foram alocadas nos frutos, atingindo 75; 76; 82 e 51% do total absorvido, respectivamente. Porém, do total de Ca; Mg; Fe; Mn; Zn e Cu absorvido, a maior percentagem foi alocada na parte vegetativa, atingindo 89; 70; 54; 92; 61 e 98%, respectivamente. Estes padrões de distribuição ocorrem durante os estádios de desenvolvimento da planta nos órgãos com alto metabolismo, que são os de maior demanda de nutrientes. Os órgãos de maior metabolismo são as folhas e os frutos, ou seja, são os maiores drenos de nutrientes das plantas de tomate. Os trabalhos conduzidos por FAYAD (1998) apresentaram padrão semelhante de distribuição dos nutrientes.

Em relação à taxa diária de absorção de nutrientes, os valores máximos para N; P; K, Ca e Mg foram de 189; 26; 254; 183 e 29 mg dia⁻¹ planta⁻¹, respectivamente, aos 74; 66; 66; 81 e 73 DAP. Assim, as plantas de tomate absorveram as quantidades de 4,29; 0,59; 5,76; 4,15 e 0,66 Kg ha⁻¹, de N; P; K; Ca e Mg, respectivamente, no dia de máxima absorção.

Para Fe, Mn, Zn e Cu, as maiores taxas de absorção foram de 683; 1.531; 277 e 6.656 g dia⁻¹ planta⁻¹, respectivamente, aos 109, 62, 76 e 84 DAP. A menor taxa diária de absorção ocorreu na emergência da plântula, para todos os nutrientes, com os valores de 22; 2,9; 22; 19 e 4 mg dia⁻¹ planta⁻¹ para N; P; K; Ca e Mg, respectivamente, e 92; 136; 38 e 237 g dia⁻¹ planta⁻¹ para Fe; Mn; Zn e Cu, respectivamente. Aos 120 DAP, as taxas foram de 67,7; 5,0; 38,8; 92,0 e 11,3 mg dia⁻¹ planta⁻¹ para N; P; K; Ca e Mg, respectivamente, e 664; 158; 123 e 2.677 g dia⁻¹ planta⁻¹ para Fe; Mn; Zn e Cu, respectivamente.

Com o desenvolvimento da planta, o crescimento dos diversos órgãos é intensificado, até chegar ao máximo, em consequência do intenso acúmulo de biomassa e nutrientes. A estabilização do crescimento dos órgãos da planta, assim como a colheita de frutos, diminuiu a força do dreno, com consequente diminuição no incremento de biomassa (TAIZ e ZEIGER, 1991) e nutrientes, alterando o padrão das taxas de absorção (LAMBERS et al., 1989).

Não houve retranslocação em massa de nutrientes entre a parte vegetativa (folhas, caule e cacho floral) e frutos, ao longo do ciclo cultural das plantas de tomate, fato que pode ter colaborado com a saúde da planta, pois as folhas mantiveram-se verdes até a última colheita de frutos (ZAMBOLIM et al., 1997). FAYAD (1998) obteve resultados diferentes com a cv. Santa Clara, verificando retranslocação em massa de N, P, K, Zn e Fe da parte vegetativa para os frutos. É possível que tais diferenças residam na forma, época e quantidade de nutrientes aplicados e sistema de condução da planta.

Com a taxa diária de absorção de nutrientes é possível implementar o programa de fertirrigação por gotejamento, adubação de cobertura e, ou, de adubação foliar. Com os dados contidos no Quadro 7 exemplifica-se o percentual semanal de absorção de nutrientes. Com os percentuais semanais e os dados contidos no Quadro 8, é possível definir a quantidade dos nutrientes para adubação a ser acrescentada na água de irrigação. Geralmente, neste programa aplica-se o N, P, K e B.

Para o programa de adubação de cobertura, é possível identificar três épocas distintas na dinâmica de absorção de nutrientes. A primeira, de 0-30 dias, a segunda, de 30-80 dias e, a terceira, de 80-120 dias.

A segunda fase é caracterizada pela intensa absorção de nutrientes, sendo portanto a época em que os nutrientes da adubação deverão estar mais disponíveis para a planta, exigindo aplicações mais frequentes. Nos demais intervalos, a quantidade de nutrientes é menor, podendo ser aplicada com menor frequência. Geralmente, neste programa aplicam-se o N e K, mas no programa de adubação foliar aplicam-se, geralmente, Ca, Mg, B e Zn, com ênfase no Ca e B dirigidos aos frutos.

Em cada situação é possível construir um programa mais adequado às necessidades das plantas e possibilidades do agricultor, mediante utilização destes dados, complementados com outras análises e conhecimento do histórico da área de plantio. Entretanto, na aplicação deste programa, outras variáveis deverão ser consideradas para diminuir ou aumentar a quantidade dos nutrientes, objetivando-se manter a produtividade e a saúde das plantas. Alguns destes fatores são a dinâmica de mineralização da biomassa de cobertura, o estoque de nutrientes no solo, a temperatura, o vento, a radiação solar e os sinais (aparência) das plantas.

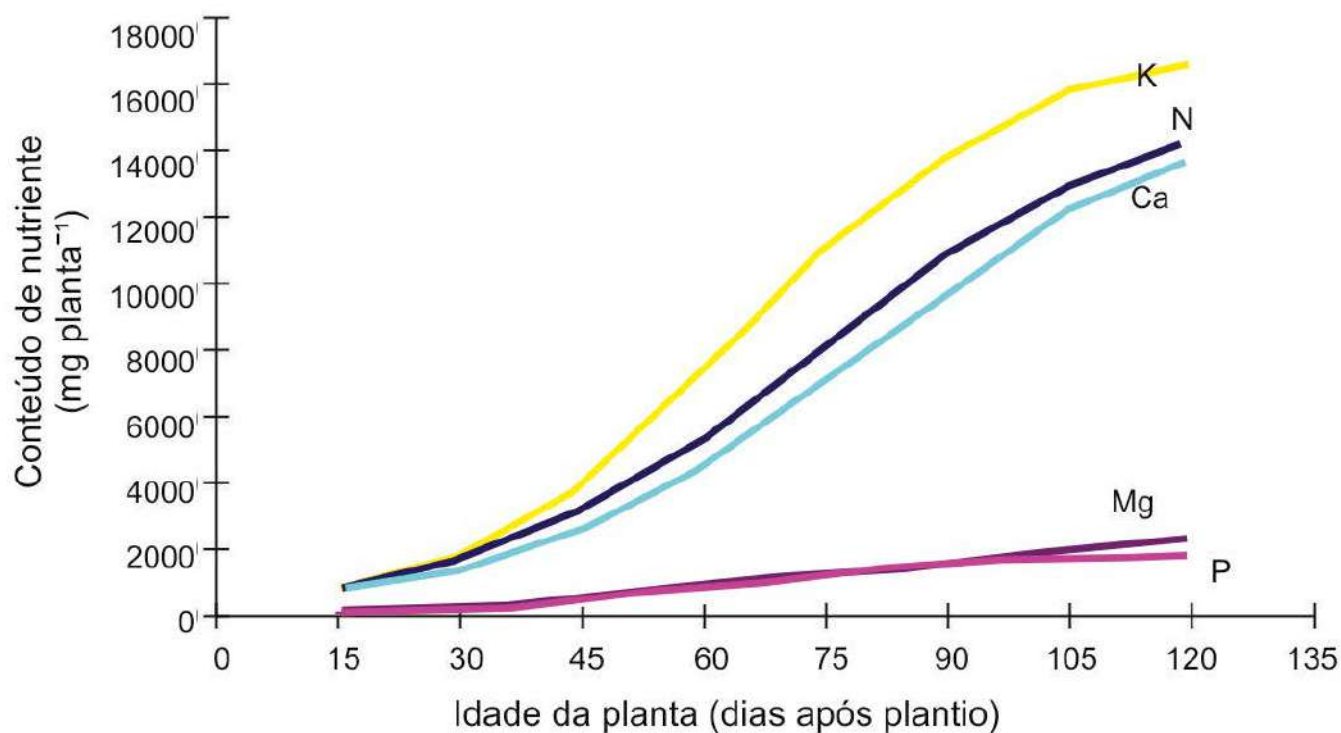


Figura 52- Curvas de extração de macronutrientes pelas plantas de tomate ao longo do ciclo cultural.

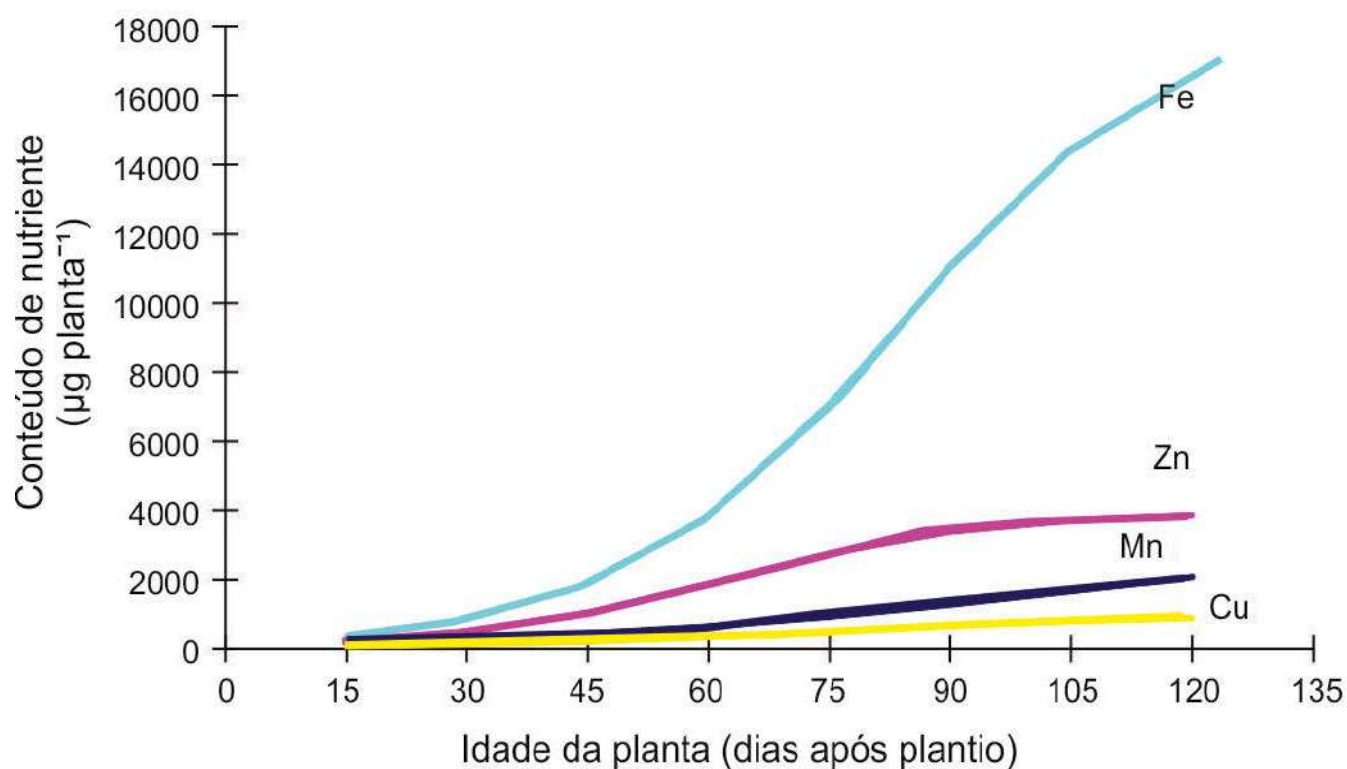


Figura 53- Curva de extração de micronutrientes pelas plantas de tomate ao longo do ciclo cultural.

Quadro 7- Consumo de nutrientes em relação ao conteúdo total ao longo do ciclo das plantas de tomate.

Dias	Nutrientes (%)									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
7	4,4	4,1	3,3	4,1	5,6	7,2	3,4	5,3	1,4	4,0
14	1,7	1,8	1,6	1,4	1,9	1,6	1,8	1,8	0,7	1,5
21	2,2	2,5	2,3	1,9	2,5	2,0	2,6	2,3	1,0	2,2
28	2,9	3,5	3,2	2,5	3,2	2,4	3,7	3,0	1,5	2,8
35	3,9	4,7	4,5	3,3	4,1	2,9	5,2	3,8	2,1	3,6
42	4,9	6,0	6,0	4,2	5,1	3,4	6,9	4,8	3,0	5,1
49	6,0	7,5	7,7	5,2	6,1	4,0	8,7	5,8	4,1	6,2
56	7,3	8,8	9,2	6,3	7,2	4,7	10,2	6,8	5,6	7,3
63	8,2	9,7	10,3	7,4	8,0	5,4	11,0	7,7	7,2	7,6
70	9,0	10,0	10,6	8,3	8,6	6,2	10,8	8,4	8,9	8,2
77	9,3	9,6	10,1	8,9	8,7	6,9	9,7	8,8	10,3	9,1
84	9,0	8,6	8,9	9,2	8,5	7,6	8,0	8,7	11,1	9,3
91	8,3	7,2	7,3	9,0	7,9	8,3	6,2	8,3	11,1	9,4
98	7,3	5,7	5,6	8,4	7,0	8,8	4,6	7,5	10,2	8,5
105	6,2	4,4	4,2	7,5	6,0	9,1	3,2	6,5	8,8	6,1
112	5,0	3,3	3,0	6,4	5,0	9,2	2,2	5,5	7,1	4,8
120	4,4	2,7	2,3	6,0	4,5	10,4	1,7	5,1	5,2	4,3

Quadro 8- Quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas de tomate e acúmulo nos frutos.

Nutriente	Extração pela planta (Kg/ha)	Total nos frutos (Kg/ha)
N	324,10	213,98
P	41,80	27,96
K	378,10	268,46
Ca	315,40	34,88
Mg	52,40	16,06
S	49,00	12,00
Fe	1,18	0,54
Mn	2,19	0,17
Zn	0,50	0,19
Cu	0,26	0,11
B	0,30	0,08

O início da aplicação da adubação de cobertura, contida no Quadro 9, deve ocorrer logo após o plantio da muda e, de preferência, via água de irrigação por gotejo.

Nesta adubação é recomendado aplicar, principalmente, N, P e B, na forma de nitrato de amônio, cloreto de potássio e ácido bórico, respectivamente. Os dois primeiros adubos estão sendo recomendados, principalmente, por apresentarem o menor custo econômico por unidade de N e K. Porém, quando, por necessidade técnica de alterar a salinidade, o pH do solo ou da rizosfera, evitar excesso de Cl ou alocar outros nutrientes, como S e Ca, pode-se utilizar outros adubos, como nitrato de cálcio, nitrato de potássio e sulfato de potássio.

Para o uso das informações contidas no Quadro 9, merece alerta aos técnicos e agricultores familiares que as condições experimentais que determinaram a quantidade e época de aplicação destes nutrientes foram aquelas que ocorreram na Estação Experimental da Epagri de Caçador, de novembro de 1998 a abril de 1999, com a cv. Carmen. Nestas condições, aos 49 DAP, o fruto maior apresentava tamanho de uma azeitona e a primeira colheita ocorreu aos 90 DAP.

Portanto, como **estas condições jamais se repetirão**, são necessários alguns ajustes das informações do Quadro 9, levando em consideração a época e região de plantio, a quantidade e gradiente do tamanho de frutos entre os cachos da planta, vigor e coloração do corpo da haste com sua parte nova, a diferença da coloração verde mais escuro das folhas maduras com o verde claro das folhas novas e a intensidade da florada.

Estes sinais devem ser associados às condições do clima, como a temperatura (diferença entre a diurna e noturna), a radiação solar, ventos e umidade relativa do ar.

Além desses fatores, é necessário adequar as informações do Quadro 9 ao cultivo atual com aquelas apresentadas nas condições experimentais em que se geraram os dados.

Por exemplo, em condições climáticas mais quentes, como no litoral, onde a planta cresce mais rapidamente, o primeiro fruto estará do tamanho de uma azeitona, possivelmente, entre 38 e 42 DAP. Neste caso, pula-se a adubação recomendada para a 6ª semana e aplica-se aquela da 7ª semana, pois a demanda do dreno é equivalente àquela ocorrendo nesta semana. Outro ajuste importante, referente à aplicação da 11ª semana, que é para o tamanho da planta, e que também pode ser maior (cultivar, número de cachos e de hastes).

As três adubações desta semana devem ser repetidas quantas vezes forem necessárias até serem colhidos, aproximadamente, 50% dos frutos contidos na planta, para depois se aplicar as quantidades recomendadas na 12ª semana.

Quando o tempo estiver ensolarado, com temperaturas amenas (entre 18 e 25°C), em tomatal com plantas com grande quantidade de frutos, presença de gradiente da coloração verde intenso das folhas maduras e verde claro das folhas novas, e presença de vento ameno, indica-se a necessidade de aumentar a adubação em até 30% do que está recomendado no Quadro de adubação para a semana.

Pode-se adiar este aumento ou diminuir a adubação se a planta não estiver apresentando gradiente na coloração verde intensa entre as folhas maduras e as novas, significando que a planta recebeu carga de adubação indevida no período anterior ou ocorreu uma situação de baixo crescimento vegetativo, ocasionado por período com baixa temperatura, tempo nublado e ventos frios.

No Quadro 10 está apresentada uma breve descrição dos sinais da planta de tomate relacionados às condições climáticas que servem para o ajuste das recomendações contidas no Quadro 9. A finalidade destas informações é subsidiar os iniciantes nesta atividade, essencialmente qualitativa, para interpretar os sinais apresentados pela planta e relacioná-los com o clima.

No caso de agentes de ATER experientes na condução da cultura e agricultores familiares lavoureiros do SPDH, esta evolução em associar os sinais da planta com as condições climáticas vem da repetição de situações e da diversificação de respostas da planta frente às interferências humanas.

Em uma outra situação, na qual a temperatura está abaixo daquela para o bom crescimento vegetativo e frutificação (<16°C), com tempo nublado e ventos fortes, recomenda-se a diminuição da quantidade de adubos recomendados no Quadro 9. No caso de o vigor vegetativo e a coloração verde das folhas novas estar intensa, a adubação semanal não precisará ser efetuada.

No caso de uma leitura equivocada dos sinais da planta e sua relação com o clima, poderá ocorrer diminuição da produtividade por falta de adubação, ou no caso de excesso de adubação, poderá favorecer o aparecimento de “doenças e insetos praga”.

Caso se incorra na repetição do erro pela adubação deficiente, é provável que ocorra intensa retranslocação de nutrientes das folhas e ramos mais velhos para os drenos mais fortes, que são os frutos. Por outro lado, o excesso de adubação vai ocasionar um crescimento vegetativo exagerado, tendo, em ambas as situações, um quadro de facilitação da entrada das “doenças e pragas”, por consequência, do uso de fungicidas, acaricidas e inseticidas.

Quadro 9- Adubação de cobertura com N e K, na forma de nitrato de amônio e cloreto de potássio, para plantas de tomate fertirrigado por gotejo.

Semana	Dia	Nitrato de Amônia (kg)	Cloreto de Potássio (kg)	Ácido Bórico (kg)
1ª	Segunda	21,5	12,5	
	Sexta	21,5	12,5	
2ª	Quarta	17,0	12,0	
3ª	Quarta	22,0	17,0	
4ª	Segunda	14,0	12,0	
	Sexta	14,0	12,0	
5ª	Segunda	19,0	17,0	
	Sexta	19,0	17,0	4,0
6ª	Segunda	24,0	23,0	
	Sexta	24,0	23,0	4,0
7ª	Segunda	29,0	29,5	
	Sexta	29,0	29,5	
8ª	Segunda	23,3	23,3	
	Quarta	23,3	23,3	
	Sexta	23,3	23,3	4,0
9ª	Segunda	26,3	24,3	
	Quarta	26,3	24,3	
	Sexta	26,3	24,3	4,0
10ª	Segunda	29,0	27,0	
	Quarta	29,0	27,0	
	Sexta	29,0	27,0	
11ª	Segunda	30,0	25,7	
	Quarta	30,0	25,7	
	Sexta	30,0	25,7	4,0
12ª	Segunda	29,0	22,7	
	Quarta	29,0	22,7	
	Sexta	29,0	22,7	
13ª	Segunda	26,7	18,7	
	Quarta	26,7	18,7	
	Sexta	26,7	18,7	
14ª	Segunda	35,0	21,5	
	Sexta	35,0	21,5	
15ª	Segunda	30,0	16,0	
	Sexta	30,0	16,0	
16ª	Segunda	24,0	11,5	
	Sexta	24,0	11,5	
17ª	Segunda	21,5	8,5	
	Sexta	21,5	8,5	
Total (kg)		967,9	757,1	20,0

Quadro 10. Ajuste da quantidade de adubação de cobertura, principalmente N e K, contida no Quadro 8, com base na associação dos sinais da planta, condições climáticas e estoque de nutrientes no solo

1.0 -	Período com temperatura ótima (20 a 28°C), tempo ensolarado, com as plantas apresentando diferença de cor verde entre as folhas maduras e novas e sem frutos.....	MANTER OU AUMENTAR EM 30% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA;
1.1-	Repetindo as condições anteriores (1.0), porém com frutos.....	AUMENTAR EM 30% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA OU DIMINUIR;
1.2-	Repetindo as condições anteriores (1.1), porém havendo pouca ou nenhuma diferença de cor verde entre folhas maduras e novas.....	DIMINUIR APROXIMADAMENTE 50% A QUANTIDADE DE ADUBO RECOMENDADO PARA A SEMANA.
2.0 -	Período com temperatura ótima (20 a 28°C), tempo nublado, com as plantas apresentando diferença de cor verde entre as folhas maduras e novas e sem frutos.....	DIMINUIR EM 30% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA;
2.1-	Repetindo as condições anteriores (2.0), porém com frutos	MANTER A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA;
2.2-	Repetindo as condições anteriores (2.1), porém havendo pouca ou nenhuma diferença de cor verde entre folhas maduras e novas.....	PODE-SE DIMINUIR EM MAIS DE 50% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA OU DEIXA-SE DE APLICAR A ADUBAÇÃO.
3.0 -	Período com temperatura baixa (16 a 19°C), tempo ensolarado, sem frutos, com as plantas apresentando diferença de cor verde entre as folhas maduras e novas.....	DIMINUIR EM 50% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA;
3.1-	Repetindo as condições anteriores (3.0), porém com frutos.....	MANTER OU DIMINUIR EM 30% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA;
3.2-	Repetindo as condições anteriores (3.1), porém com as plantas apresentando pouca ou nenhuma diferença de cor verde entre folhas maduras e novas.....	DIMINUIR EM MAIS DE 50% OU DEIXAR DE APLICAR A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA.
4.0-	Período com temperaturas baixas (16 a 19°C), tempo nublado, apresenta diferença de cor verde entre as folhas maduras e novas, sem frutos.....	DIMINUIR EM MAIS DE 50% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA OU DEIXAR DE APLICAR;
4.1-	Repetindo as condições anteriores (4.0), porém com frutos.....	DIMINUIR EM ATÉ 50% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA;
4.2-	Repetindo as condições anteriores (4.1), porém com as plantas apresentando pouca ou nenhuma diferença de cor verde entre folhas maduras e novas.....	DEIXAR DE APLICAR A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA A SEMANA.

8- AMBIENTE ESTRESSANTE

Em geral, os problemas relatados pelos produtores de tomate têm uma relação direta com o desenvolvimento e crescimento da cultura em época adversa em que fatores externos, sobretudo temperatura, nutrição, água e luminosidade, estão fora dos limites requeridos pela planta. Em consequência, ocorrem alterações fisiológicas, geralmente, irreversíveis, originando anomalias ou desordens que podem comprometer significativamente o desempenho da cultura e, conseqüentemente, levar ao uso de agrotóxicos.

Alguns desses problemas podem ser evitados instalando a lavoura de tomate em SPDH, respeitando o uso de rotação de culturas, coquetéis de plantas de adubação verde, fertirrigação, condução verticalizada, maior espaçamento entre linhas e menor número de cachos florais por planta. A instalação deve ser feita preferencialmente na exposição norte, evitando baixadas, onde a temperatura será mais fria, proximidade de açudes e sombra, principalmente, na parte da manhã, mesmo que em parte da lavoura. A importância destas recomendações práticas e básicas para esta cultura, altamente sensível aos estresses, visa evitar variações de umidade, melhorar a ventilação da plantação e a temperatura, além de diminuir o tempo de molhamento foliar e, conseqüentemente, evitar um meio adverso, que favorece o desenvolvimento de doenças.

As informações sobre o efeito do N, P e K na resistência ou suscetibilidade das plantas a fungos foram retiradas do livro de Marschner (2012). Por exemplo, no caso do N, os efeitos sobre fungos são diferentes para parasitas obrigatórios e facultativos. Os parasitas obrigatórios dependem de assimilados fornecidos por células vivas, enquanto parasitas facultativos são semi-saprófitas e preferem tecidos em senescência (tecidos velhos) ou liberam toxinas que danificam ou matam as células vegetais do hospedeiro. Assim, os fatores que suportam as atividades metabólicas do hospedeiro e atrasam a senescência, aumentam a resistência ou tolerância de plantas a parasitas facultativos. Este efeito geral do N sobre a susceptibilidade às doenças das plantas pode ser modificado por fatores adicionais, tais como a espécie de planta e condições de crescimento da planta.

O aumento da suscetibilidade da planta com o aumento da oferta de N é explicado pelas necessidades nutricionais do parasita e pelas alterações na anatomia e fisiologia da planta hospedeira. O N aumenta a taxa de crescimento, de modo que durante a fase de crescimento vegetativo, a proporção de tecidos jovens aumenta em relação àquela de tecidos maduros e o tecido jovem é mais susceptível ao ataque de

parasitas. Além disso, um aumento na concentração de aminoácidos no apoplasto (espaço entre células) e na superfície da folha, induzido por aumento na concentração de N na planta, pode estimular a germinação e crescimento dos conídios (esporos assexuados) do fungo. Também, o aumento da concentração de N pode reduzir a atividade de certas enzimas-chave para o metabolismo e síntese de compostos fenólicos (com ação fungistática) e a deposição de lignina (que funciona como barreira física ao patógeno).

As alterações anatômicas e bioquímicas das células, juntamente com o aumento de compostos orgânicos de baixo peso molecular nos espaços entre células, que são substratos para os parasitas, são os principais fatores responsáveis para a correlação estreita entre o fornecimento de N e susceptibilidade da planta para parasitas obrigatórios. Este efeito do aumento do N é reforçado pelo aumento da permeabilidade da membrana celular, também induzida por deficiência de B, Ca e Zn.

O aumento da concentração de K na planta diminui a incidência de parasitas obrigatórios e facultativos. No entanto, além do suprimento ótimo de K para o crescimento, não existe aumento da resistência com o aumento do suprimento de K ou da sua concentração. A adição de K só é eficaz no controle de doenças se aliviar a deficiência de K. A deficiência reduz a síntese de compostos de elevado peso molecular (proteínas, amido e celulose) e conduz a uma acumulação de compostos orgânicos de baixo peso molecular, que servem como fontes de nutrientes facilmente disponíveis para os parasitas.

Em relação ao P, em geral, o suprimento ótimo aumenta a resistência a doenças em plantas.

Para um manejo complementar e preventivo à instalação de algumas doenças fúngicas e bacterianas nas plantas de tomate, em comparação ao sistema convencional baseado no uso de agrotóxicos, foram instalados experimentos nas EECdor e EEIt nos anos de 1999, 2000 e 2004. O melhor resultado foi encontrado com o tratamento com calda bordalesa 0,3%, mais um indutor de resistência à base de fosfito, sendo este último aplicado quinzenalmente, e a calda pulverizada levando em conta a temperatura, umidade relativa e tempo de molhamento foliar.

Na prática, em períodos com muita chuva é indicado uma pulverização semanal. Na medida em que o clima vai ficando seco, ensolarado, com vento ameno e, portanto, folha menos molhada, o intervalo de aplicação deve ser aumentado. A título de exemplo, em uma Lavoura de Estudo em Caçador-SC, as condições climáticas possibilitaram aplicar a calda bordalesa somente 45 dias após a última aplicação.

A preparação da calda bordalesa se baseia no derramamento lento da base, correspondente ao leite da cal, sobre o ácido, que é a calda de sulfato de cobre. Para o total de 100 litros da calda bordalesa são recomendados 300 gramas de sulfato de cobre dissolvidos em 50 litros de água em um recipiente e em outro recipiente 300 gramas de cal hidratada “nova” dissolvidos em 50 litros de água. Além de fazer a mistura lenta do líquido com a cal sobre aquele com o sulfato, deve-se proceder agitação intensa durante a

operação. A calda fabricada com cal nova e sulfato de cobre com alta pureza, terá pH próximo a 10,5. Por isso é recomendado medir o pH com o “papel indicador de pH”.

A construção de um sistema de cultivo de tomate em transição, uma das hortaliças mais suscetíveis ao ataque de doenças e pragas, para outro sistema sem o uso de agrotóxicos é ainda embrionária, principalmente no enfrentamento ao ataque da broca pequena do fruto e da necessidade do uso eventual de fungicida curativo para o manejo da requeima. Na linha da promoção de saúde das plantas tem-se que avançar para criar condições de fortalecer a parede celular e aumentar a resistência das plantas ao ataque de patógenos e insetos. Outras estratégias complementares podem ser o uso de controle biológico, ensacamento do fruto, tela em abrigo plástico, etc.

9- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALTIERI, M. A. & NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia, Costa Rica, 64:17-24, p. 19 e 24, 2002.

ALVARENGA, M.A.R. Tomate, Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Editora UFLA, 2004 p.

BERTIN, C.; YANG, X. & LESLIE WESTON, L. A. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. Plant and Soil 256: 67–83, 2003.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto. Informações Agronômicas, v. 122, p. 18-21, 2008.

EPSTEIN, E; BLOOM, A.J. Nutrição Mineral das plantas. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.

FAYAD, J. A. **Absorção de Nutrientes, Crescimento e Produção do Tomateiro, Cultivão em Condições de Campo e de Estufa.** 1998. 81 p. Tese (Mestrado) - UFV - Viçosa/MG.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, S.L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n.1, p. 90-94, março 2002.

HEUVELINK, E. Tomatoes. CABI Publishing, Londres:2005, 340 p.

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D, organizadores. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: EMBRAPA; 2014. v.1.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. Bragantia, v.69, p. 913-922, 2010.

LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S.; KOUCHER, L. P.; OLIVEIRA, R. A.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; CURMI, P., BRUNETTO, G.; COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, n. 4, p. 1212-1224, 2015.

MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e Bioquímica do Solo, Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

MARSCHNER, P. Marscher's mineral nutrition of higher plants. 3 rd. ed. Amsterdam: Elsevier, Academic Press, 2012, 651p.

SANTOS, H. L. Frações orgânicas e atributos químicos em agregados do solo sob sistemas de plantio direto e convencional de cebola. 2016. 67p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. New York: John Wiley & Sons, 1994. 496p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819 p.