

JAMIL ABDALLA FAYAD  
VALDEMAR ARL  
JUCINEI JOSÉ COMIN  
ÁLVARO LUIZ MAFRA  
DARLAN RODRIGO MARCHESI  
(ORGs.)

# SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS

Método de transição para  
um novo modo de produção

expressão  
POPULAR

**ORGANIZADORES:**

Jamil Abdalla Fayad

Valdemar Arl

Jucinei José Comin

Álvaro Luiz Mafra

Darlan Rodrigo Marchesi

# **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**

*Método de transição para um  
novo modo de produção*

1ª edição

Expressão Popular

São Paulo, 2019

Copyright© 2019, Expressão Popular/Organizadores

Revisão Ortográfica: Rosa Helena dos Santos.

Revisão Técnica: Renato Guardini; Samira Jamil Fayad; Yasser Jamil Fayad.

Projeto Gráfico e Diagramação: André Jaime Lopes, Carlos Finatto Bellé.

Fotos: acervo dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S471 Sistema de plantio direto de hortaliças : método de transição para um novo modo de produção./Organizadores: Jamil Abdalla Fayad, Valdemar Arl, Jucinei José Comin, Álvaro Luiz Mafra, Darlan Rodrigo Marchesi. —1.ed.—São Paulo : Expressão Popular, 2019.  
432 p. : fots.

Vários autores.

Indexado em GeoDados - <http://www.geodados.uem.br>.

ISBN 978-85-7743-365-0

1. Hortaliças – Plantio direto. 2. Hortaliças – Plantio direto – Sistema. 3. Agricultura familiar. 4. Fertilidade do solo.  
I. Fayad, Jamil Abdalla. II. Arl, Valdemar. III. Comin, Jucinei José. IV. Mafra, Álvaro Luiz. V. Marchesi, Darlan Rodrigo.  
VI. Título.

CDU 631

CDD 630

Catalogação na Publicação: Eliane M. S. Jovanovich CRB 9/1250

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte deste livro pode ser utilizada ou reproduzida sem a autorização da editora.

1ª edição: setembro 2019.

EXPRESSÃO POPULAR

Rua: Abolição, 201 - Bela Vista

01319-010 - São Paulo - SP

Tel:(11) 3112-0941/3105-9500

✉ [livraria@expressaopopular.com.br](mailto:livraria@expressaopopular.com.br)

🌐 [www.expressaopopular.com.br](http://www.expressaopopular.com.br)

📘 [ed.expressaopopular](https://www.facebook.com/ed.expressaopopular)

📷 [editoraexpressaopopular](https://www.instagram.com/editoraexpressaopopular)

## COLETIVO DOS ORGANIZADORES

**JAMIL ABDALLA FAYAD** engenheiro agrônomo, MSc., Pesquisador-extensionista sênior, Florianópolis, SC

**VALDEMAR ARL** engenheiro agrônomo, Dr., Agroecologista e Educador Popular, Caçador, SC

**JUCINEI JOSÉ COMIN** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**ÁLVARO LUIZ MAFRA** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UDESC/CAV, Lages, SC

**DARLAN RODRIGO MARCHESI** engenheiro agrônomo, MSc., EPAGRI, Florianópolis, SC

## COLETIVO DOS PRINCIPAIS AUTORES

**ALEXANDRE VISCONTI** engenheiro agrônomo, Dr., EPAGRI, Itajaí, SC

**ÁLVARO LUIZ MAFRA** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UDESC/CAV, Lages, SC

**ÁLVARO MONTEIRO** graduando em Agronomia, UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**ARCÂNGELO LOSS** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**BÁRBARA SANTOS VENTURA** engenheira agrônoma, Doutoranda, UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**BETÂNIA DE PAULA** engenheira agrônoma, Pós-Doutoranda, UFSM/PPGCS, Santa Maria, RS

**CARLOS ALBERTO KOERICH** técnico agrícola, EPAGRI, Angelina, SC

**CASSIELE LUSA MENDES BLAY** engenheira agrônoma, EPAGRI, Antônio Carlos, SC

**CLARA INES NICHOLLS** engenheira agrônoma, Profa. PhD., Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA

**CLAUDINEI KURTZ** engenheiro agrônomo, Dr., EPAGRI, Ituporanga, SC

**CLÁUDIO ROBERTO FONSECA SOUZA SOARES** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSC/CCB, Florianópolis, SC

**CLEDIMAR ROGÉRIO LOURENZI** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**DANIEL ROGÉRIO SCHMITT** engenheiro agrônomo, MSc., EPAGRI, Ituporanga, SC

**DARLAN RODRIGO MARCHESI** engenheiro agrônomo, MSc., EPAGRI, Florianópolis, SC

**DIEGO ADÍLIO DA SILVA** engenheiro agrônomo, EPAGRI, Criciúma, SC

**ÉDIO ZUNINO SGROTT** engenheiro agrônomo, EPAGRI, Ituporanga, SC

**EDSON WALMOR WUERGES** engenheiro agrônomo, MSc., Estensionista sênior, Florianópolis, SC

**ELAINE ROSSONI** engenheira agrônoma, Especialista, EPAGRI, Santa Rosa do Sul, SC

**EMERSON EVALD** engenheiro agrônomo, EPAGRI, Jaguaruna, SC

**EUCLIDES SCHALLENBERGER** engenheiro agrônomo, Dr, EPAGRI, Itajaí, SC

**FABIANE MACHADO VEZZANI** engenheira agrônoma, Profa. Dra., UFPR/SCA, Curitiba, PR

**FÁBIO SATOSHI HIGASHIKAWA** engenheiro agrônomo, Dr, EPAGRI, Ituporanga, SC

**GUILHERME WILBERT FERREIRA** engenheiro agrônomo, Doutorando, UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**GUSTAVO BRUNETTO** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSM/SCR, Santa Maria, RS

**HENRIQUE BELMONTE PETRY** engenheiro agrônomo, Dr, EPAGRI, Urussanga, SC

**HENRIQUE VON HERTWIG BITTENCOURT** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFFS, Laranjeiras do Sul, PR

**ILYAS SIDDIQUE** ecólogo, Prof. Dr., UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**IVANDA MASSON** pedagoga, MSc., EPAGRI, Florianópolis, SC

**JAMIL ABDALLA FAYAD** engenheiro agrônomo, MSc., Pesquisador-extensionista sênior, Florianópolis, SC

**JOÃO AQUINO** engenheiro sanitarista e ambiental, Assessor em agrofloresta, Florianópolis, SC

**JUCINEI JOSÉ COMIN** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**LEANDRO DO PRADO WILDNER** engenheiro agrônomo, MSc., EPAGRI, Chapecó, SC

**LUCAS DUPONT GIUMBELLI** engenheiro agrônomo, Doutorando, UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**LUCIANO COLPO GATIBONI** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UDESC/CAV, Lages, SC

**LUIZ VAZQUEZ** engenheiro agrônomo, PhD., Sociedade Científica Latinoamericana de Agroecología, SOCLA, Cuba

**MARCELO ZANELLA** engenheiro agrônomo, EPAGRI, Florianópolis, SC

**MARCOS ALBERTO LANA** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., Universidade Sueca de Ciências Agrícolas, Uppsala, Suécia

**MARINICE TELEGINSKI** bióloga, Doutoranda, UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**MICHAEL MAZURANA** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFRGS, Porto Alegre, RS

**MIGUEL ÁNGEL ALTIERI** engenheiro agrônomo, Prof. PhD., Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA

**MONIQUE SOUZA** engenheira agrônoma, Pós-Doutoranda, UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**NAURO JOSÉ VELHO** técnico agrícola, Extensionista sênior, Florianópolis, SC

**NUNO RODRIGO MADEIRA** engenheiro agrônomo, Dr, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

**PAULO EMILIO LOVATO** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFSC/CCA, Florianópolis, SC

**PEDRO IVAN CHRISTOFFOLI** engenheiro agrônomo, Prof. Dr., UFFS, Laranjeiras do Sul, PR

**RAFAEL DA ROSA COUTO** tecnólogo em agropecuária, Dr., IFC, Rio do Sul, SC

**RAFAEL GUSTAVO FERREIRA MORALES** engenheiro agrônomo, Dr., EPAGRI, Itajaí, SC

**RAFAEL RICARDO CANTÚ** engenheiro agrônomo, Dr., EPAGRI, Itajaí, SC

**REMI NATALIM DAMBRÓS** engenheiro agrônomo, MSc., extensionista-pesquisador sênior, Videira, SC

**RENATO GUARDINI** engenheiro agrônomo, MSc., EPAGRI, Tijucas, SC

**ROGÉRIO GONZATTO** engenheiro agrônomo, Dr., UFSM, Santa Maria, RS

**ROSILDA HELENA FELTRIN** engenheira agrônoma, EPAGRI, Antônio Carlos, SC

**SANDOVAL MIGUEL FERREIRA** técnico agrícola, EPAGRI, Sombrio, SC

**SAMIRA JAMIL FAYAD** química, Profa. Dra., Pós Doutoranda UFSC, Florianópolis, SC

**STEFANO CESCO** engenheiro agrônomo, Prof. PhD., Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Livre de Bozen - Bolzano, Itália

**TANJA MIMMO** engenheiro agrônomo, Prof. PhD., Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Livre de Bozen - Bolzano, Itália

**TATIANA DA SILVA DUARTE** engenheira agrônoma, Profa. Dra., UFRGS, Porto Alegre, RS

**VALDEMAR ARL** engenheiro agrônomo, Dr., Agroecologista e Educador Popular, Caçador, SC

**VILMAR MÜLLER JÚNIOR** engenheiro agrônomo, Doutorando, UFSC/CTC, Florianópolis, SC

**YOURY PII** engenheiro agrônomo, Prof. PhD, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Livre de Bozen - Bolzano, Itália

## COLETIVO DE PROFISSIONAIS QUE PARTICIPARAM DA GERAÇÃO E ADAPTAÇÃO DE CONHECIMENTOS E ORGANIZAÇÃO DO SPDH

**ALEXANDRE HOFMANN** lavoureiro, Angelina, SC

**ALMIR HOFMANN** lavoureiro, Angelina, SC

**ANDELMO WALTER** lavoureiro, Angelina, SC

**ANTONINHO GRIS** técnico agrícola, extensionista sênior, Videira, SC

**ARNO EYNG** engenheiro agrônomo, extensionista sênior, Videira, SC

**ARTEMIO BASEGGIO** lavoureiro, Caçador, SC

**AUREO HANG** lavoureiro, Ituporanga, SC

**CARLITA ISABEL MEYER SCHULTER** lavoureira, Anitápolis, SC

**CARLOS FRISCHKNECHT** engenheiro agrônomo, EPAGRI, Imaruí, SC

**CARLYLE HOLL CIRIMBELLE** engenheiro agrônomo (em memória)

**CELSO BRANCHER** engenheiro agrônomo, Prefeitura Municipal, Videira, SC

**DANIEL MENDONÇA** engenheiro agrônomo, MSc., EPAGRI, Criciúma, SC

**EDÉSIO SCHMITT** lavoureiro, Antônio Carlos, SC

**EDIR JOSÉ HILLESHEIM** lavoureiro, Angelina, SC

**EDSON BACK** lavoureiro, Anitápolis, SC

**EDSON SCHARFF** lavoureiro, Angelina, SC

**ÉLIO PÉREGO** lavoureiro, Caçador, SC

**ELIZANDRO SAGIORATTO** lavoureiro, Caçador, SC

**EVANDRO CORDEIRO** lavoureiro, Videira, SC

**GENECI DE FREITAS** lavoureira, Sombrio, SC

**GERSON ANTÔNIO MENIN** lavoureiro, Caçador, SC

**HENRIQUE HOFMANN** lavoureiro, Angelina, SC

**INÁCIO BUNN** lavoureiro, Angelina, SC  
**ISAC HAMES** lavoureiro, Angelina, SC  
**ITACIR BACCHI** lavoureiro, Caçador, SC  
**JAIME BOLZANI** lavoureiro, Videira, SC  
**JEAN CLÁUDIO GUADAGNIM** engenheiro agrônomo,  
MSc., IMA, Lages, SC  
**JONAS SIMÃO DIAS** lavoureiro, Angelina, SC  
**JORGE ARBOLEYA** engenheiro agrônomo, PhD, INEA,  
Uruguay  
**KATIÚCIA MICHELE VISENTAINER** engenheira agrônoma,  
EPAGRI, Ituporanga, SC  
**LAURO KRUNVALD** engenheiro agrônomo, EPAGRI,  
Agrolândia, SC  
**LEANDRO FREDERICO EHARDT** lavoureiro, Angelina, SC  
**LEANDRO HILLESHEIM** lavoureiro, Angelina, SC  
**LEONILDO SCHULTER** lavoureiro, Anitápolis, SC  
**LILIAN MARIA COELHO MENIN** lavoureira, Caçador, SC  
**LORIVAL KNAUL** lavoureiro, Ituporanga, SC  
**LÚCIA BACCHI** lavoureira, Caçador, SC  
**LÚCIA SCHMITT** lavoureira, Antônio Carlos, SC  
**LUIZ CARLOS BALATKA** lavoureiro, Caçador, SC  
**LUIZ PETRYKOWKI** lavoureiro, Caçador, SC  
**MARCIONEI PETRY** lavoureiro, Ituporanga, SC  
**MARIANI HAMES** lavoureira, Angelina, SC  
**MARILÉIA HAMES** lavoureira, Angelina, SC  
**NILVO KNAUL** lavoureiro, Ituporanga, SC  
**OLIVO DAMBRÓS** engenheiro agrônomo, Dr., Livre  
Docente e Educador Popular, Coronel Vivida, PR  
**PAULO FRANCISCO DA SILVA** engenheiro agrônomo,  
MSc., EPAGRI, Florianópolis, SC

**PIERRE CURMI** engenheiro agrônomo, Prof. Dr.,  
AgroSup, Dijón, França  
**RAFAEL EDI EHARDT** lavoureiro, Angelina, SC  
**RANULFO PELOSO** educador popular, CEPIS, São  
Paulo, SP  
**REGINALDO DE FREITAS** lavoureiro, Sombrio, SC  
**ROBERTO BOLZANI** técnico agrícola e lavoureiro,  
EPAGRI, Videira, SC  
**RODRIGO BINOTTO** engenheiro agrônomo, Prefeitura  
Municipal, Rio das Antas, SC  
**ROSEMILDA BUTTCHEVITZ DIAS** lavoureira,  
Angelina, SC  
**SANDRO LUIZ SCHLINDWEIN** engenheiro agrônomo,  
Prof. Dr., UFSC, Florianópolis, SC  
**SADI ZILI** técnico agrícola, Epagri, Rio das Antas, SC  
**SÉRGIO MENIM** lavoureiro, Caçador, SC  
**SÉRGIO SUZIN** lavoureiro, Caçador, SC  
**SILVINO COPPINI** lavoureiro, Rio das Antas, SC  
**SOLANGE BACK** lavoureira, Anitápolis, SC  
**VALDEMAR LAURO DA SILVA** lavoureiro, Alfredo  
Wagner, SC  
**VALDONIR HOFFMANN** lavoureiro, Ituporanga, SC  
**VALMIR ZANELLA** lavoureiro, Caçador, SC  
**VANESSA ARENHART** engenheira agrônoma, exten-  
sionista e lavoureira, Rancho Queimado, SC  
**ZITA KLOPPEL HOFFMANN** lavoureira, Ituporanga, SC

# Sumário

Prefácio.....	19
Apresentação .....	21

## Eixos político-pedagógico e técnico-científico

1. TRAJETÓRIA, CONCEPÇÃO METODOLÓGICA E DESAFIOS ESTRATÉGICOS JUNTO AO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH) .....	25
1. Introdução.....	25
2. Concepção metodológica do SPDH: uma perspectiva teórica .....	27
3. Praticando a concepção metodológica dialética no SPDH.....	29
3.1. Contexto .....	29
3.2. Histórico.....	29
3.3. Os caminhos orientadores do SPDH.....	31
4. Contratando o SPDH .....	33
5. Reflexão crítica do processo .....	36
5.1. Desafios no processo da transição .....	37
5.2. Da atualidade aos novos desafios .....	37
2. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS: UMA PRÁXIS DA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA COM A AGRICULTURA FAMILIAR .....	39
1. Introdução.....	39
2. Antecedentes históricos da criação do método SPDH.....	40
2.1. A crise do modelo agroquímico/industrial na produção de tomates.....	40
2.2. Início da crise do movimento popular.....	41
2.3. A presença de instituições do Estado da agricultura em Santa Catarina, avanços e contradições .....	43
2.4. A trajetória da agroecologia .....	43
3. O exercício da práxis na construção do SPDH: aspectos teórico-metodológicos na transição agroecológica .....	45
4. Aspectos teórico-metodológicos sobre a transição agroecológica.....	47
5. O SPDH como tecnologia social .....	49



6. Conclusões e recomendações de pesquisa/desenvolvimento .....	51
6.1. SPDH e o centro luminoso .....	51
6.2. Relação SPDH e ciência cartesiana .....	51
6.3. SPDH como práxis construtiva de tecnologias sociais agroecológicas .....	52
6.4. SPDH e os limites institucionais do Estado burguês .....	52
6.5. SPDH e sua apropriação pelo capital .....	52
3. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS: PRINCÍPIOS DE TRANSIÇÃO PARA SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS E REDESENHO DE PROPRIEDADES FAMILIARES. . . . .	55
1. Introdução. ....	55
2. A transição de sistemas agrícolas. ....	57
3. Estabilidade do rendimento das culturas em meio à variação climática. ....	60
4. Relações entre fertilidade do solo e incidência de pragas e doenças .....	60
5. Conclusão. ....	61

## Promoção da saúde do solo

4. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS EM SUCESSÃO AGROFLORESTAL: RECUPERAÇÃO PRODUTIVA DE DIVERSOS BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS . . . . .	67
1. Ecologia a serviço da produção .....	67
2. SAFs como uso racional dos recursos naturais .....	69
2.1. Evidências científicas e práticas da conservação pelo uso agroflorestal .....	69
2.2. Manejo da diversidade funcional .....	70
2.3. Utilizar a ecologia como critério para desenhar SAFs .....	71
2.4. Sucessão agroflorestal. ....	72
2.5. Como consorciar árvores com hortaliças para obter um bom resultado? .....	73
2.6. Faixas de capim para adubação .....	75
3. Manejo do SAF para o conforto da hortaliça. ....	76
3.1. Umidade .....	77
3.2. Temperatura .....	77
3.3. Luz .....	77
3.4. Vento .....	78
4. Benefícios dos SAFs .....	78
4.1. Rentabilidade financeira. ....	78
4.2. Recuperação do funcionamento do ecossistema. ....	79
4.3. Benefícios diretos e indiretos de SAFs. ....	80
5. Desafios .....	80
5.1. Conhecimento inicial .....	80
5.2. Mão de obra. ....	81

5.3. Comercialização da produção diversificada .....	81
6. Conclusões e Perspectivas .....	82
5. CONCEITO DE FERTILIDADE DO SOLO EM SPDH .....	85
1. Introdução .....	85
2. Critérios de predição de calagem e adubação em SPDH .....	85
2.1. Calagem .....	85
2.2. Adubação .....	86
3. Matéria orgânica e dinâmica de nutrientes em solos sob SPDH .....	91
3.1. Acúmulo e frações de matéria orgânica .....	92
3.2. Dinâmica de formas de P .....	93
3.3. Dinâmica de N, S e K .....	95
3.3.1. Nitrogênio .....	95
3.3.2. Enxofre .....	97
3.3.3. Potássio .....	97
3.4. Dinâmica de micronutrientes .....	98
4. Considerações finais .....	99
6. CONCEITOS, MÉTODOS DE AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA E O SPDH COMO PROMOTOR DE QUALIDADE DO SOLO .....	105
1. Introdução .....	105
2. Qualidade do Solo: definição, história e avaliações .....	105
3. Metodologias participativas de avaliação da Qualidade do Solo .....	109
3.1. Guia Prático para avaliação participativa da Qualidade do Solo com base em Comin <i>et al.</i> (2016) .....	110
3.1.1. Passos para realizar a avaliação pelo Guia Prático para avaliação participativa da Qualidade do Solo .....	113
4. O que a avaliação da Qualidade do Solo reflete no sistema de plantio direto de hortaliças? ....	116
5. Relação do SPDH com produtividade, qualidade ambiental e Serviços Ecossistêmicos .....	118
6. Considerações finais .....	119
7. COMO O USO DE ADUBOS ORGÂNICOS PODE SER UMA ALTERNATIVA NO SPDH? .....	125
1. Introdução .....	125
2. Adubação orgânica e produtividade de culturas .....	126
3. Adubação orgânica e atributos químicos, físicos e biológicos do solo .....	128
4. Recomendação de adubação orgânica em SPDH .....	129
5. É possível utilizar somente adubos orgânicos em SPDH? .....	131
6. Considerações finais .....	133

## Promoção da saúde de planta

8. FISILOGIA DA PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS.....	139
1. Introdução.....	139
2. A fotossíntese.....	140
3. As relações fonte-dreno.....	143
4. Ambiente natural de cultivo e condições estressantes.....	144
5. Alguns aspectos da absorção de nutrientes minerais.....	145
6. Dinâmica de crescimento e acúmulo de nutrientes.....	146
7. Nutrição da planta com base na taxa de crescimento e absorção de nutriente, ajustada pelos sinais de planta e condições climáticas.....	150
8. Perspectiva e desafios.....	151
9. A PLANTA COMO SISTEMA DE INFORMAÇÃO ECOLÓGICA.....	153
1. A natureza evoluiu do simples para o complexo.....	153
2. Dialogando sob o ponto de vista da transição ecológica.....	154
3. Ecologia fisiológica das plantas cultivadas.....	155
3.1. Desvendando o sistema de informação das plantas a partir dos sinais.....	157
3.2. Sinais (padrões de arquitetura e aparência) das plantas e suas possíveis interpretações.....	157
3.2.1. Sinais apresentados em fotografias e suas possíveis interpretações.....	161
4. Deixemos uma conclusão para outro momento.....	172
10. RIZOSFERA E AS REAÇÕES QUE OCORREM NO SEU ENTORNO.....	175
1. Introdução.....	175
2. Comunidades microbianas na rizosfera.....	177
3. Fatores que influenciam a rizodeposição.....	180
4. Mecanismos de interação microrganismo-planta: efeito das plantas de cobertura sobre os microrganismos na rizosfera.....	185
4.1. Mecanismos diretos das RPCPs.....	188
4.1.1. Fixação biológica do N atmosférico.....	188
4.1.2. Solubilização de P.....	189
4.1.3. Produção de sideróforos.....	189
4.1.4. Efeito das RPCPs nos mecanismos bioquímicos e moleculares de aquisição de nutrientes.....	190
4.1.5. Modulação de fitohormônios.....	190
4.2. Mecanismos indiretos das RPCPs.....	191
4.2.1. Concorrência (competição).....	191
4.2.2. Produção de antibióticos e enzimas líticas.....	191

4.2.3. Resistência sistêmica induzida (ISR) .....	191
4.3. Usos de RPCPs na agricultura .....	192
4.3.1. Microrganismos como bioestimulantes .....	192
4.3.2. Microrganismos como biofungicidas .....	193
4.3.3. Microrganismos como bioherbicidas .....	194
5. Influência da rizodeposição na disponibilidade de nutrientes e formação de agregados do solo .....	195
5.1. Aquisição de nutrientes .....	195
5.2. Agregação do solo .....	197
6. A importância da rizosfera na produção de plantas .....	199

## Preparando o ambiente para o cultivo das planta

11. INICIANDO O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS: ADEQUAÇÕES DO SOLO E PRÁTICAS DE CULTIVO .....	215
1. Introdução .....	215
2. Implantação e condução do SPDH .....	217
2.1. Uso conservacionista do solo .....	218
2.2. Cobertura do solo e quantidade de biomassa .....	219
2.3. Correção do pH, fósforo, potássio e adubação .....	220
2.4. Rotação e diversificação de cultivos .....	221
2.5. Redução da intensidade de preparo do solo .....	221
3. Resultados de pesquisa: experimento com cebola em SPDH .....	222
4. Desafios na adoção do sistema de plantio direto de hortaliças .....	224
12. MÁQUINAS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS E DESENVOLVIDOS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS (SPDH) .....	227
1. Introdução .....	227
2. Equipamentos de semeadura de plantas de cobertura .....	227
3. Equipamentos para manejo dos adubos verdes .....	229
4. Preparo do berçário .....	230
5. Equipamentos para pulverização .....	235
6. Roçadeiras para manejo de adubos verdes e plantas espontâneas .....	235
7. Perspectivas e desafios .....	236
13. A PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS .....	237
1. A produção de sementes e mudas .....	237
1.1. Produção de sementes .....	237

1.2. Condicionamento osmótico de sementes .....	239
1.3. Ecofisiologia .....	240
1.4. Nutrição das mudas .....	241
1.5. Sinais em mudas .....	242
1.5.1. Retranslocação de nutrientes e gradiente da cor verde nas folhas .....	242
1.5.2. Sistema radicular .....	244
1.6. Produção de mudas .....	247
1.6.1. Local e instalação para produção de mudas .....	247
1.6.2. Recipiente e substrato .....	247
1.6.3. Produção de mudas de chuchu .....	248
1.6.4. Produção mudas de tomate por estaquia .....	248
1.6.5. Preparo das mudas para plantio .....	249

## Cultivando plantas

14. CULTIVO DO TOMATEIRO .....	253
1. O tomateiro ( <i>Solanum Lycopersicum, L.</i> ) .....	253
1.1. Cultivares para mesa .....	254
2. Ecofisiologia .....	254
3. O clima .....	256
4. A produção e a alocação de biomassa .....	257
5. Preparo do berçário .....	261
6. Critérios para escolha de espaçamento de plantio e condução da planta .....	264
7. Nutrindo as plantas com base nas taxas de crescimento e absorção de nutrientes e ajustadas pelo estoque de nutrientes no solo, sinais da planta e condições climáticas .....	266
7.1. Absorção de nutrientes .....	271
8. Ambiente estressante .....	276
15. CULTIVO DO CHUCHUZEIRO .....	281
1. Introdução .....	281
2. O cultivo do chuchuzeiro em SPDH .....	281
2.1. O chuchuzeiro .....	282
2.2. A polinização .....	282
2.3. As cultivares .....	284
2.4. O clima .....	285
2.5. O desenvolvimento .....	285

2.5.1. Vegetativo e reprodutivo (frutificação) .....	286
2.5.2. O sistema radicular .....	288
2.6. O plantio .....	289
2.6.1. Escolha e preparo do fruto-semente .....	290
2.6.2. Preparo do berçário .....	290
2.6.3. Critério de escolha de espaçamento de plantio .....	292
3. Nutrição e adubação manejada com base na taxa diária de absorção (TDA) e ajustada pelos sinais da planta, estoque de nutrientes do solo e condições climáticas .....	293
4. Manejo para reduzir condições de estresse .....	299
5. Comercialização e classificação .....	300
16. MORANGA HÍBRIDA TETSUKABUTO .....	303
1. A Moranga Híbrida Tetsukabuto .....	303
2. Floração, polinização e frutificação .....	304
2.1. Polinização e frutificação .....	306
2.2. Polinização natural .....	307
2.3. Polinização manual .....	308
2.4. Polinização artificial .....	308
2.5. Associando a forma natural com a artificial .....	310
3. Ecofisiologia .....	310
3.1. O clima .....	310
3.2. Crescimento e desenvolvimento .....	311
4. A semeadura e o plantio .....	313
4.1. Critério para escolha do espaçamento de plantio .....	314
4.2. Condução da planta .....	315
5. Nutrição e adubação manejadas conforme os sinais apresentados pela planta (aparência) e as condições do clima e do solo .....	315
6. Ambiente estressante .....	321
7. Colheita e comercialização .....	322
8. Conclusão .....	323
17. CULTIVO DE BRÁSSICAS: COUVE-FLOR, BRÓCOLIS E REPOLHO .....	325
1. O brócolis, a couve-flor e o repolho .....	325
2. Ecofisiologia .....	327
2.1. O clima e a fisiologia do desenvolvimento .....	328
2.2. Couve-flor ( <i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i> ) .....	329
2.2.1. Fase juvenil .....	329
2.2.2. Indução da formação da cabeça .....	330

2.2.3. Fase de crescimento da inflorescência.....	331
2.3. Particularidades do brócolis ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> ) .....	331
2.4. Particularidades do repolho ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> ) .....	332
2.5. Influência da nutrição.....	333
2.6. Influência do teor de carboidratos.....	333
2.7. Influência do genótipo .....	333
2.8. A produção e alocação de biomassa .....	334
3. Critérios para escolha de espaçamento de plantio .....	335
4. Nutrindo a planta com base nas taxas de absorção de nutrientes, ajustada pelo estoque dinâmico de nutrientes no solo, sinais de planta e condições climáticas.....	337
5. Absorção de nutrientes .....	342
5.1. Propondo adubação de cobertura .....	345
5.2. Propostas de adubação para brócolis .....	345
5.2.1. Propostas de adubação para couve-flor.....	347
5.2.2. Proposta de adubação para repolho .....	347
6. Ambiente estressante .....	349
6.1. Evitando desordem fisiológica.....	351
7. Colheita .....	352
7.1. Manejo na colheita e ambiente de armazenamento .....	353
18. CULTIVO DA CEBOLA .....	357
1. O cultivo da cebola em Santa Catarina e o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) ...	357
1.1. Cultivares .....	357
1.2. Escolha do cultivar .....	358
2. Produção de mudas.....	358
2.1. Semeadura .....	360
3. Ecofisiologia.....	361
3.1. Fotoperíodo .....	361
3.2. Temperatura .....	362
4. Crescimento, absorção de nutrientes e produção .....	362
4.1. Cebola em SPDH agroecológico (Cv. Crioula Alto Vale) .....	362
4.1.1. Crescimento e acúmulo de biomassa .....	362
4.1.2. Absorção de nutrientes .....	364
4.2. Cebola no SPDH (Cv. Bola Precoce) .....	365
4.2.1. Crescimento e acúmulo de biomassa .....	365
4.2.2. Absorção de nutrientes .....	366
5. Critérios para escolha de espaçamento de plantio/semeadura .....	368

6. Sistema de semeadura direta.....	369
7. Nutrindo as plantas com base nas taxas de crescimento e absorção de nutrientes, ajustada pelo conteúdo de nutrientes no solo, sinais de planta e condições climáticas .....	370
7.1. Absorção, manejo dos nutrientes e recomendações de adubação .....	370
7.1.1. Fósforo.....	370
Absorção do Fósforo.....	370
Resposta da cebola a adição de fósforo (P) .....	370
Recomendação de P para a cebola .....	373
7.1.2. Potássio.....	373
Absorção de K pela cebola .....	373
Resposta da cebola a adição de K .....	375
Recomendação de potássio para cebola.....	376
7.1.3. Nitrogênio.....	378
Absorção de N pela cebola .....	378
Resposta da cebola a adição de N .....	379
Sistema de transplante .....	379
Sistema de semeadura direta .....	380
Recomendação de nitrogênio para a cebola .....	380
7.1.4. Enxofre.....	382
Resposta da cebola a adição de S.....	382
Recomendação de enxofre para cebola.....	383
7.1.5. Micronutrientes .....	383
Resposta da cebola a adição de Mn.....	383
Recomendação de manganês para cebola .....	384
Resposta da cebola a adição de Zn .....	384
Recomendação de zinco para a cebola .....	385
Resposta da cebola a adição de B .....	385
Recomendação de boro para a cebola .....	385
7.2. Cultivando a cebola fertirrigada .....	386
7.3. Ajustando as adubações de cobertura pelos sinais de planta e condições climáticas.....	387
8. Colheita, cura e armazenagem.....	389
8.1. Colheita.....	389
8.2. Cura .....	390
8.3. Armazenamento .....	390
19. CULTIVO DA MANDIOQUINHA-SALSA .....	395
1. O cultivo da mandioquinha-salsa em Santa Catarina e o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) .....	395
2. A mandioquinha-salsa ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> , Bancroft) .....	396
2.1. Cultivares.....	397



3. Ecofisiologia.....	398
3.1. O clima .....	400
3.2. A produção e a alocação de biomassa.....	400
4. Propagação e produção de mudas .....	402
5. Critérios para escolha do manejo da cultura .....	405
6. Nutrindo as plantas com base nas taxas de crescimento e absorção de nutrientes, ajustada pelo conteúdo de nutrientes no solo, sinais de planta e condições climáticas .....	409
6.1. Absorção de nutrientes .....	409
6.2. Adubação de plantio com fósforo .....	412
6.3. Adubação de cobertura com nitrogênio e potássio .....	412
6.3.1. Potássio.....	412
6.3.2. Nitrogênio.....	413
6.4. Época de adubação de cobertura .....	413
6.5. Ajustando a adubação de cobertura pelo manejo e sinais de planta.....	414
7. Colheita, classificação e armazenagem.....	415
8. Ambiente estressante.....	416
9. Beneficiamento e industrialização.....	417
20. A CULTURA DO MARACUJAZEIRO.....	421
1. Introdução .....	421
2. O maracujazeiro no Sistema de Plantio Direto de Hortaliças em Santa Catarina.....	421
3. Perspectivas e desafios para o SPDH na fruticultura .....	424

# Prefácio

## SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS E O FORTALECIMENTO DA AGROECOLOGIA ENQUANTO CIÊNCIA, MOVIMENTO E PRÁTICA

A agroecologia no Brasil é compreendida enquanto ciência, prática e movimento. Estas três dimensões devem se articular para darmos conta da difícil tarefa de transformar os atuais sistemas agroalimentares. A agroecologia é, desde sua origem, contra hegemônica, inclusive em sua dimensão científica, e procura reconhecer os saberes tradicionais em seus processos pois, como ensinou Paulo Freire, o conhecimento deve ser construído a partir do diálogo contextualizado na realidade. O diálogo de saberes é importante, pois a proposta agroecológica pressupõe uma nova forma de se relacionar com a natureza, com a sociedade e com todas as inter-relações culturais existentes em uma trama de conexões. Por isto, para a agroecologia as estratégias de produção do conhecimento, ensino e aprendizagem, para além das estratégias hegemonicamente constituídas, são importantes.

O diálogo de saberes é a base para a ecologia de saberes, entendida por Santos (2010)<sup>1</sup> como um conjunto de epistemologias que respeita a diversidade. Enquanto ciência, a agroecologia aponta para o desenvolvimento de sistemas agroalimentares sustentáveis, para o que há necessidade da construção de conhecimentos contextualizados, o que requer metodologias e posturas diferenciadas dos envolvidos.

O Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), cujo trabalho foi desenvolvido em Santa Catarina, tem como base de sua práxis a articulação entre movimento, prática e ciência. A experiência da Lavoura de Estudos e o contrato de trabalho, em contraposição às unidades de

demonstração clássicas, promove o encontro entre o conhecimento popular e técnico-científico, mediado pela interpretação do desenvolvimento da planta, objetivando a promoção da sua saúde e da maior complexidade do sistema, em uma inspiração “freiriana”, ou seja, a partir da ação-reflexão-ação.

A pesquisa-ação exercitada no desenvolvimento do SPDH não é um método ou técnica de coletar dados, mas um processo de reflexão crítica sobre a realidade com vistas a transformá-la, por meio de ciclos de ação-reflexão-ação. A pesquisa-ação permite construir conhecimentos científicos articulados com o conhecimento dos camponeses, fato necessário para encontrar as saídas da encruzilhada em que a tal modernização da agricultura nos colocou (IAASTD, 2009).<sup>2</sup>

Para sair desta encruzilhada, comumente, nos referimos aos processos de transição agroecológica. Estes podem ser entendidos “como uma sequência de estados que se transformam”, exigindo mudanças na filosofia, nas práticas de campo, no manejo agrícola, no planejamento e na comercialização. Um dos desafios dessa transição é a ampliação das propostas agroecológicas para toda a agricultura familiar e camponesa, contida no método do SPDH.

A proposta de transição contida nessa obra, é um processo dialético de absorver e negar as atuais teorias, ciências e tecnologias que, de certo modo, compõem o velho sistema de produção agrícola. Cada passo dessa transição, realizada coletivamente, é a ruptura e a supe-

<sup>1</sup> SANTOS, B. de S. *A gramática do tempo*: para uma nova cultura política. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

<sup>2</sup> Avaliação Internacional do Conhecimento Agrícola, Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/Investment/Agriculture\\_at\\_a\\_Crossroads\\_Global\\_Report\\_IAASTD.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/Investment/Agriculture_at_a_Crossroads_Global_Report_IAASTD.pdf)

ração do velho, sendo ela mediada pela prática da construção de outro modo de produzir alimentos de verdade para toda a sociedade, assegurando a unidade entre teoria e prática. O princípio técnico-científico central nessa transição é a promoção de saúde da planta, no qual promove-se o encontro das contradições entre dependência e autonomia ao baixar custos de produção com aumento de produtividade, diminuindo até eliminando o uso de agroquímicos. Essa descoberta apreendida durante a transição vai transformando a consciência comum em práxis.

A proposta apresentada pelo livro é robusta, relevante e contribuirá de fato para a transição agroecológica e para a construção de sistemas agroalimentares sustentáveis. No seu interior encontramos força para aglutinar a agricultura familiar e camponesa em um movimento que fortalece a agroecologia, pois permite que as famílias entrem com confiança no processo de transição agroecológica. A propos-

ta pode também viabilizar o cultivo saudável de hortaliças em áreas maiores, caso seja de interesse.

Esperamos que a proposta do SPDH seja debatida, compreendida e ajustada pelos movimentos sociais populares e agroecológicos do Brasil. Estes são de fato os responsáveis pelas transformações necessárias na sociedade, inclusive aquelas dos sistemas agroalimentares que tanto precisamos. Tais transformações virão a partir de nossas práxis e com a contribuição da ciência.

Portanto, a articulação entre movimento, ciência e prática, como exercitada no SPDH, contribui para acelerar os processos de transformações que tanto desejamos e necessitamos. O SPDH contribui também para afastar o risco da agroecologia ser praticada por pequena parcela de agricultores e a produção de alimentos ficar restrita a nicho de mercado, deixando de atender a classe trabalhadora com alimento saudável.

Professora Irene Maria Cardoso  
Departamento de Solos  
Universidade Federal de Viçosa (UFV)  
Coordenadora do Grupo de Trabalho  
Construção do Conhecimento Agroecológico da  
Associação Brasileira de Agroecologia (ABA)  
Presidente da ABA gestão 2014-2017

# Apresentação

**I**niciado ao final da década de 1990, na região do Contestado em Santa Catarina, o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) foi caracterizado, à época, como um movimento técnico, revestido de forte cunho político-pedagógico. Esse movimento refundou a base teórica de como implementar tecnicamente a pedagogia de transição de um sistema de cultivo de hortaliças, tradicional e falido, para uma condição agroecológica. Em última análise, o SPDH visava criar alternativas à grave situação em que se encontrava a agricultura familiar nos moldes convencionais. O forte e positivo desempenho desse sistema teve marcante trajetória não só em Santa Catarina, mas em todo o Brasil. Cresceu organizacionalmente e traduziu-se em pleno poder popular de enfrentamento ao vigente modelo agroquímico-industrial. Articulado e caracterizado como um amplo movimento, com perspectivas transformadoras do atual modo de produção a partir de um projeto popular, o SPDH constitui-se, atualmente, numa estratégia metodológica revisada. Assim, esse sistema se diferencia do modelo tradicional de cultivo de hortaliças, devido à qualificação teórica e prática de sujeitos envolvidos na produção, baseada, fundamentalmente, no conceito de redução substancial até a eliminação do uso de agroquímicos visando a promoção da SAÚDE de planta e, conseqüentemente, obtenção de SAÚDE do solo e da água.

O conceito de SAÚDE da planta está alicerçado no princípio de equilíbrio de funcionamento do solo, da água, da planta e da atmosfera. No SPDH o solo é visto, finalmente, como um sistema trifásico e vivo, cujas fases devem ser mantidas em permanente equilíbrio dinâmico para, assim cumprirem as funções básicas que delas se espera. Desse modo, a interferência em qualquer

dessas fases, com injeção de insumos nocivos, é vista como indesejável e prejudicial à sua SAÚDE como um todo. A observância desse princípio permite que se atinja, também, de forma positiva, a água, pois, necessariamente, toda a água disponível na terra passa pelo solo, mantendo íntimo contato com ele. Finalmente, a SAÚDE do todo, inter-relaciona-se com outros recursos da natureza, por meio da relação solo-água-planta-atmosfera, cuja relação só pode ser considerada e completa se a condição da planta também for assim considerada.

Para avaliar a SAÚDE da planta segundo os princípios do SPDH, não basta avaliar qualitativamente e quantitativamente os constituintes minerais, nutricionais, presentes no solo e na própria planta, por meio de análises químicas. É imprescindível olhar para a planta e procurar enxergar nela os sinais que indiquem aquilo que pode não estar bem para seu conforto. Afinal, a planta é um ser vivo e, como tal, sente e responde àquilo que a esteja prejudicando de alguma forma. Daí a necessidade de os seres humanos desenvolverem capacidade analítica, não convencional, mas de alta relevância, para se ter ideia do quão corretas ou incorretas estão sendo as operações de manejo nos cultivos. É preciso despertar um novo olhar. O SPDH baseia-se nesses princípios, e as publicações que vêm sendo lançadas exploram e orientam esses princípios e práticas.

Para atender a demanda de conhecimentos acerca do SPDH, por parte dos sujeitos envolvidos na propulsão do sistema, como os agricultores familiares, iniciou-se, a partir de 2004, uma série de publicações técnicas pela EPAGRI. O primeiro **Boletim Didático de número 57**, foi sobre o acúmulo de conhecimentos dos lavoureiros nas primeiras 22 Lavouras de Estudos em “O

**cultivo do tomateiro no Alto Vale do Rio do Peixe, Santa Catarina, em 101 respostas dos agricultores”** seguido pelo **Boletim Didático número 94**, referente à Cultura do Chuchu, em julho de 2013. Em abril de 2015 editaram-se o **Guia Prático do SPDH** com recomendações para 21 olerícolas e o **Guia Prático de Avaliação Participativa da Qualidade do Solo**, seguido pela publicação do **Boletim Didático número 114** que deu prosseguimento a esse trabalho com orientações ao cultivo da Moranga Híbrida Tet-sukabuto. Orientações sobre o cultivo do Tomate foram apresentadas no **Boletim Didático número 131**, publicado em março de 2016. Ainda, a série de publicações prosseguiu com o lançamento do **Boletim Didático número 132**, com orientações ao cultivo de Couve-Flor, Brócolis e Repolho. Em novembro de 2018 foram lançadas duas publicações, a do **Boletim Didático número 146** referente ao cultivo da Cebola e a do **Boletim Didático número 147** com orientações referentes ao cultivo da Mandioquinha-salsa.

O livro em questão, *Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)*, o qual me compete apresentar, constitui-se em um marco histórico nessa caminhada rumo à proposta de transição do sistema tradicional de cultivo de hortaliças, para o sistema de cultivo ambientalmente e dinamicamente equilibrado. Esse livro é constituído por cinco seções que indicam os seguintes assuntos: **Eixos político-pedagógico e técnico-científico; Promoção da saúde do solo; Promoção da saúde de planta; Preparando o ambiente para o cultivo das plantas e Cultivando plan-**

**tas.** Essas seções englobam 20 capítulos que versam desde os aspectos conceituais, que nortearam a construção e evolução do SPDH, até os aspectos técnicos de como reconhecer a SAÚDE do solo e a SAÚDE da planta. Os temas nos capítulos abordam, preponderantemente, orientações técnicas de como preparar o ambiente para inicializarmos o cultivo de hortaliças no SPDH, incluindo estratégias de mínima mecanização do solo e produção de mudas. Também tratam de orientações técnicas de implantação e condução das espécies de cultivo já apresentadas nos boletins didáticos, anteriormente mencionados. O livro finaliza com a apresentação de um guia prático, um verdadeiro guia-de-campo, sobre os aspectos relacionados à adubação das espécies cultivadas no sistema SPDH.

Finalmente, cabe-me, aqui, ressaltar o caráter de ineditismo dessa obra que está sendo apresentada à sociedade, especialmente a agricultores familiares deste país, e destacar a alta qualidade técnica e científica dos assuntos abordados. Em especial, quero pontuar o entendimento que tive, ao analisar os temas abordados, de que o seu conteúdo ocupará um imenso espaço, até então vazio, no cenário da produção de hortaliças com foco agroecológico. A abordagem dos temas é nova quando comparada a que já existe em termos de conceitos de produção de hortaliças e, ao mesmo tempo, é técnica e científica. Seguramente, é um avanço e continuará construindo um sistema produtivo saudável e viável social e economicamente.

Ildegardis Bertol  
Departamento de Solos  
CAV/UEDESC  
Lages, abril de 2019

# SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS EM SUCESSÃO AGROFLORESTAL: RECUPERAÇÃO PRODUTIVA DE DIVERSOS BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

*Ilyas Siddique  
Álvaro Monteiro  
João Aquino  
Marinice Teleginski*

## 1. Ecologia a serviço da produção

A palavra ecologia é popularmente entendida como a conservação do meio ambiente e dificilmente é ligada a aumentos de produção, porém, basta observar uma área agrícola recentemente abandonada para verificar o quão vigorosa é a regeneração natural a partir da ocupação da área por plantas espontâneas herbáceas, arbustivas e arbóreas (posteriormente), que produzem grandes quantidades de biomassa servindo de cobertura para o solo. Nesse processo, o aumento na fertilidade do solo pode ser acelerado dependendo das interações entre as diversas espécies de plantas, animais e microorganismos, o que resulta do efeito de pousio. Essa eficiência de uso do solo em áreas em processo de regeneração natural pode ser reproduzida e acelerada em áreas agrícolas, realçando os processos mais desejáveis da regeneração de forma mais fácil de manejar, pela sucessão agroflorestal<sup>1</sup>.

Para “imitar” o processo de regeneração natural em áreas agrícolas é preciso utilizar técnicas que promovam a sucessão agroflorestal em policultivos, por isso é importante escolher cuidadosamente as plantas e planejar a forma como

elas serão distribuídas na área, a fim de promover a ocupação de todos os estratos do dossel de modo complementar, e aumentar a eficiência de uso do solo, dos recursos naturais e a biodiversidade no agroecossistema.<sup>2</sup> Essa técnica de ocupação do dossel em diversos estratos é típica dos sistemas agroflorestais (SAFs) ou agroflorestas, que são sistemas agrícolas, em que espécies arbóreas são manejadas em associação com espécies herbáceas, arbustivas e/ou forrageiras num determinado arranjo temporal e, espacialmente, em uma mesma área ou unidade de manejo.

Cultivar diferentes plantas que se complementam em uma mesma área diminui as perdas de produtividade devidos a doenças, insetos ou outras ‘pragas’ que se alimentam das culturas. Tal regulação da saúde do cultivo funciona quando o consórcio de culturas promove condições para inimigos ou competidores naturais dos insetos ou microorganismos causadores de perdas, desde que o manejo propicie um microclima adequado para cada cultura.

Em sistemas agroflorestais, assim como em uma área em plena regeneração de floresta,

<sup>1</sup> Sucessão agroflorestal é o processo dinâmico, organizado, adaptável, de diferenciação dos estratos ao longo do desenvolvimento do SAF a partir do início do plantio.

<sup>2</sup> Agroecossistemas são ecossistemas domesticados que incluem as lavouras ou roças e seu entorno influenciado pela agricultura, assim como as pessoas que interferem na agricultura.

ocorre um incremento constante na fertilidade do solo, devido não só a quantidade de biomassa produzida, mas também em função da diversidade de biomassa incorporada ao solo e à vida alimentada nesse processo. Essa deposição de biomassa é acelerada por podas constantes que fazem com que as plantas que compõem a agrofloresta mantenham um alto ritmo de produção de biomassa. Ao contrário do que acontece na regeneração natural, em que a biomassa das plantas só entra em contato com o solo depois que as plantas senescem e tombam, em sistemas agroflorestais a biomassa é cortada e depositada no solo, sempre antes da planta diminuir o seu ritmo de crescimento.

Nem todas as plantas cultivadas no SAF são escolhidas para fins econômicos diretos. Também são incluídas espécies que têm a função de melhorar o microclima do SAF ou mesmo plantas que têm apenas a função de produzir biomassa que ao ser incorporada ao solo favorece o aumento de fertilidade em função da sua constante decomposição. Um exemplo de manejo com o intuito de estabelecer microclima é a poda drástica durante o inverno, que favorece a entrada de luz

no interior do SAF. Já as podas mais leves durante o verão favorecem o sombreamento no interior do SAF.

Consortiar hortaliças com plantas de hábitos de crescimento tão diferentes, como arbustos e até mesmo árvores (Figura 1), pode parecer uma ideia ousada, principalmente em função do sombreamento que pode ser prejudicial para o desenvolvimento das hortaliças. Contudo, é possível organizar as plantas de modo a fazer com que as hortaliças com maior exigência por radiação solar sejam plantadas logo após a aplicação de podas drásticas, ou mesmo após o corte raso das espécies arbóreas para a incorporação de biomassa ao solo. Caso o SAF seja voltado apenas para a produção de hortaliças pode-se utilizar ciclos curtos de produção, a fim de permitir a constante entrada de luz no interior do SAF.

Portanto, incorporar os princípios e práticas agroflorestais ao SPDH tem potencial para torná-lo mais eficiente, produtivo e sustentável em função da aplicação de técnicas de manejo pautadas pela ecologia. Neste sentido, a sucessão agroflorestal representa um empurrão na transição agroecológica da horticultura para uma



**Figura 1.** Sistema Agroflorestal (SAF) com canteiros de hortaliças intercaladas entre linhas perenes para adubação verde, inicialmente dominadas por bananeiras e árvores tolerantes a podas drásticas dos galhos laterais que criam uma sombra filtrada e um microclima ameno para as hortaliças durante o verão. Sítio Florbela. Florianópolis/SC.

produção rentável e diversificada, pouco dependente de insumos externos, resiliente a impactos climáticos e biológicos. No que segue, pretendemos dialogar entre conhecimentos científicos da ecologia e conhecimentos práticos de agricultores e educadores agroflorestais para organizar critérios para o planejamento da produção de hortaliças em sucessão agroflorestal.

## 2. SAFs como uso racional dos recursos naturais

### 2.1. Evidências científicas e práticas da conservação pelo uso agroflorestal

Em monocultivos dependentes de uso intensivo de agrotóxicos, adubos sintéticos e energia fóssil, ocorrem drásticas perdas de biodiversidade que comprometem o funcionamento dos ecossistemas, geram problemas socioeconômicos e, em longo prazo, diminuem a capacidade produtiva do agroecossistema. Os ganhos de produtividade na agricultura convencional frequentemente não compensam os prejuízos econômicos decorrentes da degradação dos recursos naturais (POWER, 2010). Por outro lado, SAFs têm potencial para conservar uma proporção significativa da biodiversidade dentro do agroecossistema (BHAGWAT *et al.*, 2008), sequestrar carbono no solo e na vegetação (LAGANIERE *et al.*, 2010), mitigar a lixiviação de nutrientes (LEHMANN & SCHROTH, 2003) e erosão do solo via cobertura morta e viva (STEENBOCK *et al.*, 2013), entre diversos outros serviços ecossistêmicos de regulação (BALVANERA *et al.*, 2006).

A diversidade de espécies vegetais em SAF mantém diversas funções produtivas diretas (ISBELL *et al.*, 2011), realça sinergias entre serviços ecossistêmicos de provisão e de regulação (SIDDIQUE *et al.*, 2007; TSCHARNTKE *et al.*, 2011) e estimula a produtividade de biomassa devido ao princípio de complementaridade (CARDINALE *et al.*, 2007). Esse estímulo se traduz em maiores 'serviços ecossistêmicos de provisão', incluindo o conjunto de alimentos, materiais para construção, combustíveis, medi-

cinais, entre outros produtos obtidos de SAFs (SCHULER, 2017). Indiretamente, a diversificação também promove benefícios econômicos pela exclusão competitiva de plantas espontâneas invasoras (PICASSO *et al.*, 2008), pela retenção e reciclagem de nutrientes (SCHROTH *et al.*, 2001), pela melhora das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SILESHI *et al.*, 2008), pelo estímulo de inimigos naturais de pragas e doenças (EKSTRÖM & EKBOM, 2011; LICHTENBERG *et al.*, 2017), entre outros benefícios indiretos (LETOURNEAU *et al.*, 2011). Por isso, a ocupação da paisagem rural por SAFs garante o fornecimento simultâneo de diversos benefícios socioambientais, além de ter potencial para a adaptação do agroecossistema às mudanças climáticas (ISBELL *et al.*, 2011; LIN, 2011; CARDINALE *et al.*, 2012).

Uma abordagem que aperfeiçoa as sinergias entre alta diversidade, plantio adensado e cortes frequentes, enquanto simplifica e organiza ergonomicamente o manejo, foi a agricultura sintrópica<sup>3</sup>, cunhada por Ernst Götsch (MATSUMURA, 2016; PASINI, 2017). A alta produtividade e relativa facilidade de adoção permitiu que a agricultura sintrópica seja atualmente multiplicada, adaptada por centenas de educadores agroflorestais especialmente no Brasil e crescentemente em outras partes do mundo. Projetos como 'Agroflorestar' e 'Flora' têm ajudado centenas de famílias de agricultores em condições socioeconômicas precárias a adaptar, aprimorar e ensinar para outros as práticas da agrofloresta sintrópica altamente produtiva e biodiversa em poucos anos (NETO *et al.*, 2016). Experiências desse tipo de produção agroflorestal 'nova' e também de práticas tradicionais de cultivo agroflorestal no Sul do Brasil têm sido sistematizadas pela Rede de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos do Sul do Brasil (Rede SAFAS)<sup>4</sup>, desenvolvendo ferramentas e estruturas de comunicação e articulação para socializar mais amplamente essas experiências bem sucedidas (PARRA *et al.*, 2018).

<sup>3</sup> Definição e explicações breves: LIFEINSYNTROPY.ORG/PT

<sup>4</sup> Cartilhas, vídeos, banners, bancos de dados, artigos, contatos etc. da Rede SAFAS: LEAP.UFSC.BR/SAFAS



## 2.2. Manejo da diversidade funcional

A diversidade de espécies é importante porque diferentes espécies cumprem diferentes funções, complementando-se e adaptando-se a diferentes nichos ecológicos<sup>5</sup>, ou seja, o que importa é a combinação de atributos funcionais<sup>6</sup> das espécies manejadas no agroecossistema. Por exemplo, a altura máxima das plantas quando adultas, a composição bioquímica dos seus tecidos, a densidade específica do caule e a tolerância à sombra, são atributos intensamente estudados na ecologia funcional. Além disso, atributos relacionados ao manejo como capacidade de rebrote após a poda, concentração de compostos nutricionais ou tóxicos para animais e humanos, também são muito importantes, pois estão fortemente relacionados com a viabilidade do manejo do SAF.

A utilização de espécies de plantas com diferentes atributos funcionais é muito importante para favorecer o aumento da diversidade funcional<sup>7</sup>. Isso acontece porque em uma monocultura, ou mesmo em consórcios com atributos funcionais parecidos, as plantas são forçadas a competir intensamente por recursos. À medida que consorciamos plantas com atributos diferentes, as culturas ocupam nichos ecológicos diferentes e o espaço é ocupado de modo mais eficiente, o nível de competição diminui apesar da alta densidade total. Pode-se organizar o SAF distribuindo as plantas em grupos funcionais, que representam bem os nichos ecologicamente importantes, pois a interação entre os diferentes grupos funcionais possibilita o estabelecimento de relações de complementariedade em detrimento das relações de competição.

Os agricultores agroflorestais usam classificações de grupos funcionais, de forma prática e sem recorrer a conceitos estritamente científicos,

<sup>5</sup> Nicho ecológico é a posição funcional de um organismo no seu ambiente, incluindo o seu *habitat*, tempo de atividade e recursos que utiliza.

<sup>6</sup> Atributos funcionais são características morfológicas, anatômicas ou bioquímicas dos organismos que influenciam o funcionamento do ecossistema e/ou seu próprio desempenho no ecossistema.

<sup>7</sup> Diversidade Funcional é uma medida de quanto os organismos divergem entre si, em termos de atributos funcionais.

aproveitando a complementariedade para garantir a recuperação produtiva de agroecossistemas (NETO *et al.*, 2016). Por exemplo, a escolha de alguns grupos funcionais importantes como gramináceas e leguminosas em consórcio pode ser suficiente para aumentar o sequestro de carbono e a retenção de nitrogênio no solo, duas funções produtivas e ambientais-chave (FORNARA & TILMAN, 2008). Na produção agroflorestal de hortaliças, as culturas são distribuídas no SAF em função da sua demanda por luz, pela duração do seu ciclo de produção e pelo tempo que demora até atingir a sua altura produtiva. Essas três características podem servir de critério para agrupar as plantas em grupos funcionais.

A demanda por luz pode ser classificada em emergente (não tolera sombra), alta (tolera em torno de 20% de sombra), média (tolera em torno de 40% de sombra) e baixa (tolera em torno de 60% de sombra). Essa diferença de demanda por luz é um dos critérios utilizados para se estabelecer a posição que cada grupo funcional ocupará no dossel, ou seja, a estratificação. Além disso, os grupos funcionais podem apresentar diferentes ritmos de crescimento e ciclos de vida. Por isso, para que eles ocupem o estrato ideal para suprir as suas demandas por luz deve-se levar em consideração a sucessão. Assim, para que essas diferenças de ciclo de vida e velocidade de crescimento não impossibilitem a estratificação do SAF, são feitas podas e cortes de indivíduos sempre que eles já tenham cumprido com a sua função no SAF, ou quando a sua posição no dossel não esteja no estrato correto. Por exemplo, em um consórcio com alface, rúcula e coentro, se o alface for priorizado, a rúcula e o coentro serão colhidos aos 30 dias, evitando o sombreamento do alface que só será colhido aos 45 dias (NETO *et al.*, 2016).

O planejamento de como e quais espécies de árvores serão inseridas no SAF é feito em função da demanda por biomassa e dos estratos que as árvores irão ocupar ao longo do tempo. Espécies arbóreas de rápido crescimento como tucaneira ou pau-viola (*Citharexylum myrianthum*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) podem ser intercaladas

com espécies de crescimento médio e lento, como ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*), jacatirão-açu (*Miconia cinnamomifolia*) e licurana (*Hieronyma alchorneoides*). Essa combinação de árvores permite que os estratos médio e alto logo sejam ocupados por espécies de rápido crescimento que receberão poda frequente de seus ramos interiores e médios de modo a serem mantidas na sua estratificação. Quando as árvores de rápido crescimento ultrapassam a altura de fácil poda dos galhos laterais é feita a poda apical, geralmente na altura de 4 a 7 m (dependendo da espécie). Os rebrotes, logo abaixo desse corte apical, serão fáceis de podar nos seguintes anos enquanto o fuste principal se desenvolve e aumenta o seu diâmetro. Quando as árvores de mais lento crescimento atingem o estrato emergente, os fustes das espécies de rápido crescimento podem ser colhidos ou mantidos conforme a finalidade de cada espécie.

A presença de plantas com atributos funcionais diversificados em um mesmo espaço contribui para aumentar a complexidade (Figura 2).



**Figura 2.** Poda drástica de árvores e bananeiras viabilizam replantio de hortaliças entre as linhas de árvores. Consórcios estratificados de hortaliças com ciclos de colheita escalonados incrementam a produtividade do SAF em um sistema produtivo que conta com a presença de diversos grupos funcionais. Sítio Florbela. Florianópolis/SC.

Embora a complexidade esteja relacionada com diversos benefícios, como a eficiência no uso de recursos naturais e a resiliência do SAF, do ponto de vista da praticidade do manejo ela pode representar uma dificuldade para a manutenção do SAF. Plantas com atributos diferentes requerem manejos diferentes em épocas diferentes, portanto a complexidade no SAF implica em necessidade de manejo complexo e, por isso, existe um claro “conflito” entre facilidade de manejo e complexidade. Uma possível saída para essa questão é a utilização dos grupos funcionais em um sistema organizado com espécies arbóreas e arbustivas plantadas apenas em linhas, forrageiras somente nas faixas de capim e hortaliças apenas em canteiros. Dessa forma é possível manter o SAF dentro de um dimensionamento, que mantenha a complexidade, sem que o seu manejo se torne inviável.

### **2.3. Utilizar a ecologia como critério para desenhar SAFs**

Os SAFs podem ter diversos níveis de diversidade funcional em função do seu desenho e do tipo de manejo adotado pelo agricultor; logo, é preciso estabelecer critérios que favoreçam o aumento da diversidade funcional. A princípio, o agricultor poderia pensar simplesmente em combinar o máximo de espécies em um mesmo plantio, porém, isso não garante um incremento em diversidade funcional, pois poderiam ser plantadas espécies com características muito parecidas, favorecendo muito pouco o aumento da diversidade funcional.

Para desenhar o SAF é preciso levar em consideração os atributos

funcionais das plantas a serem consorciadas, procurando combinar plantas com diferentes atributos funcionais (Figura 3) e ocupar os diferentes estratos de maneira complementar, desde que se leve em consideração o ciclo de vida e o ritmo de crescimento das plantas, ou seja, a sucessão. Na prática as plantas a serem inseridas no SAF são reunidas em função dos seus atributos em grupos funcionais, com a finalidade de aumentar a diversidade funcional em função do número de grupos funcionais. Além disso, o número de indivíduos de cada grupo deve ser pensado de modo a estabelecer uma proporção entre os grupos, evitando-se desequilíbrios na proporção do efeito que cada grupo tem sobre o ambiente.



**Figura 3.** Milho, eucalipto, mandioca, plantas com diferentes atributos funcionais ocupando o mesmo espaço.

Muitas vezes não é possível inserir todos os grupos funcionais presentes no desenho do SAF logo na sua implantação. Por exemplo, grupos funcionais com plantas que precisam de ambiente sombreado e úmido serão inseridos no SAF apenas quando os grupos funcionais com plantas heliófitas estejam estabelecidos, gerando um ambiente sombreado no sub-bosque. Em outros casos, podem existir grupos funcionais com plantas muito exigentes em fertilidade do solo, que não

podem ser supridas no momento de implantação do SAF, sendo necessário esperar um determinado período de tempo para que a incorporação de biomassa no solo promova a reestruturação do solo e o incremento de fertilidade que dará suporte ao estabelecimento de grupos funcionais mais exigentes em fertilidade.

#### **2.4. Sucessão agroflorestal**

A sucessão agroflorestal é um processo dinâmico e ordenado em que as plantas, em função da expressão dos seus atributos, ocupam e criam

novos nichos ecológicos, formando um dossel com diferentes estratos, em um ciclo de desenvolvimento direcionado pelo manejo aplicado ao SAF. Na medida em que os estádios de desenvolvimento ocorrem, o SAF atinge, novos patamares de complexidade e de diversidade funcional. Pode ocorrer uma visível melhora de eficiência na interceptação da luz em função das diferenças de demanda por luminosidade dos grupos funcionais posicionados em cada estrato do dossel.

Existem diversos modelos agrícolas, que trabalham com sucessão de culturas em diferentes épocas

do ano, porém, em agrofloresta são feitos policultivos com plantas de diversos grupos funcionais ao mesmo tempo, pois a ideia é justamente aumentar a eficiência em função da ocupação do espaço com plantas com diferentes atributos. Assim, as plantas que farão parte de cada policultivo são escolhidas em função das suas características e do tempo do seu ciclo. Por exemplo, uma planta com alta demanda por sol e porte baixo deve ser “encaixada” no SAF de uma forma tal que as plantas

que estão consorciadas com ela, não a sombreiem a ponto de inibir o seu desenvolvimento.

A estratificação (formação do dossel em diferentes estratos) também está intimamente relacionada com a sucessão, uma vez que os estratos a serem formados no dossel estão relacionados com o tipo de desenvolvimento que cada grupo funcional vai expressar, na medida em que o processo de sucessão avança. Como as plantas estão em constante crescimento, todo o sistema é desenhado de modo que a posição de cada grupo funcional seja mantida durante a sucessão, sendo que a poda é fundamental para manter a estratificação de acordo com o desenho do SAF. Assim sendo, o ideal é que a sucessão e a estratificação sejam utilizadas como critérios em conjunto, uma vez que não se poderia levar em consideração, para o desenho do SAF, a altura de uma planta adulta sem se levar em consideração o seu ritmo de crescimento e, ao longo do seu ciclo, essa planta não será prejudicada pelo sombreamento de espécies com crescimento mais rápido.

Cada ciclo de sucessão pode levar poucos meses ou até mesmo décadas, sendo que o tamanho do ciclo é uma variável ajustada aos interesses do agricultor. Quando se decide reiniciar um novo ciclo, tem-se a vantagem de contar com o aporte de biomassa produzida no ciclo anterior; portanto, existe uma tendência de facilidade de implantação de um novo SAF a cada ciclo de manejo. No caso de produção de hortaliças, pode-se utilizar consórcios simplificados (Tabela 1), que podem ser incrementados com novas espécies, na medida em que o agricultor se sente à vontade para lidar com SAFs mais complexos.

**Tabela 1.** Exemplo de plantio consorciado de hortaliças com diversas colheitas distribuídas durante o período de um ano. Após a última colheita pode-se dar início a um novo ciclo de plantio.

Estrato	Plantas	Dias para colher
<b>Emergente</b>	milho, quiabo ou girassol	80 a 120
<b>Alto</b>	berinjela ou jiló ou couve	90 a 120
<b>Alto</b>	mandioca ou yacon	180 a 360
<b>Médio</b>	cenoura ou beterraba	70 a 120
<b>Médio</b>	rabanete ou rúcula ou coentro	25 a 30
<b>Baixo</b>	gingibre	360

Adaptado de (NETO *et al.*, 2016).

## 2.5. Como consorciar árvores com hortaliças para obter um bom resultado?

A diversidade funcional presente no SAF está relacionada com a diversidade de grupos funcionais, por isso é fundamental ter grupos com plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas. Essa combinação, quando bem manejada, favorece a eficiência do SAF na utilização de recursos naturais e promove a diversificação da biomassa produzida, incrementando a fertilidade do solo. Além disso, a ciclagem de nutrientes torna-se mais eficiente em função da diversidade de estruturas radiculares presentes no solo, uma vez que reduz a perda de nutrientes.

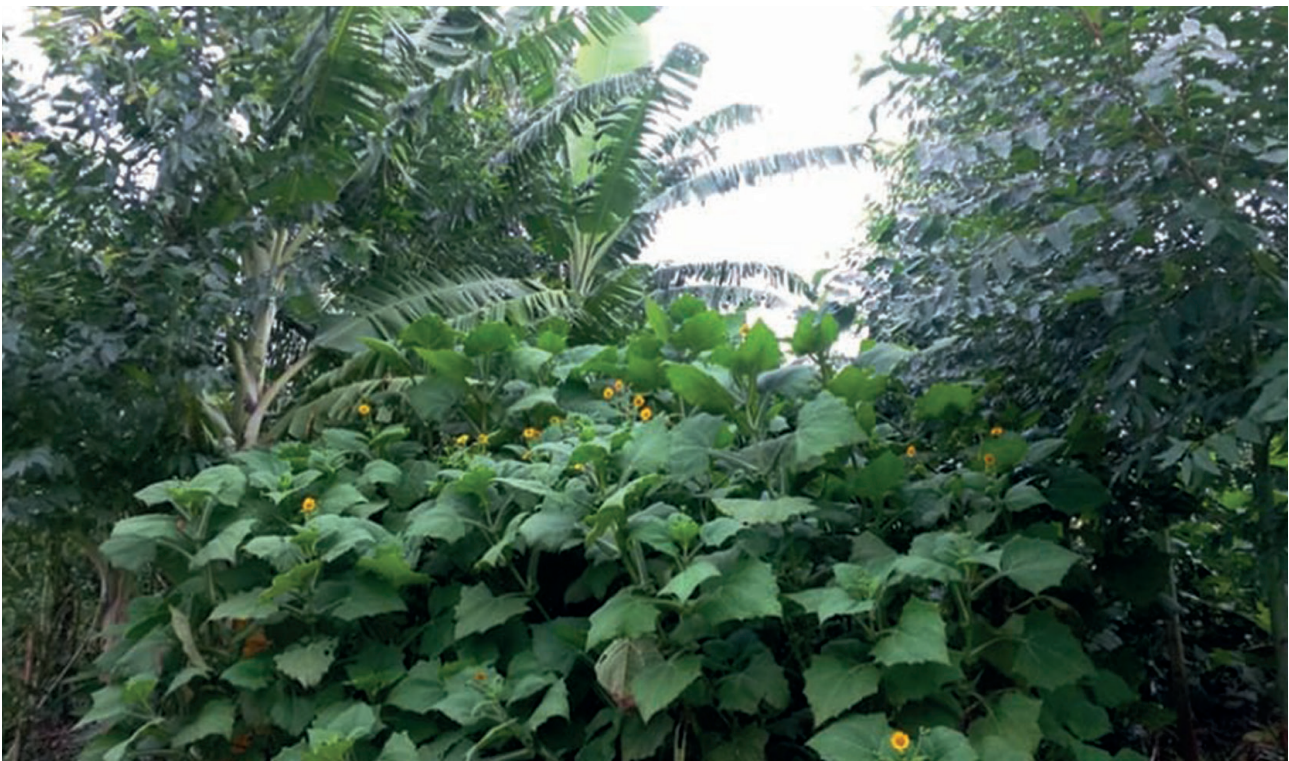
Embora o SAF apresente diversas vantagens para o agricultor e para o meio ambiente, o seu manejo é sempre um desafio, devido ao seu grau de complexidade. É preciso ter muita clareza sobre qual a função de cada planta dentro do SAF e priorizar o desenvolvimento daquelas que são de maior interesse econômico. Quando o interesse do agricultor é produzir hortaliças, todas as outras plantas do SAF têm a função de produzir biomassa e criar um microclima favorável para o desenvolvimento das hortaliças.

No caso de plantio de árvores junto a canteiros de hortaliças, o espaçamento entre linhas é de cerca de quatro a sete metros, sendo que a distância entre plantas pode variar em

função da espécie escolhida. As árvores recebem a poda apical quando estão com aproximadamente seis metros e os seus rebrotes são podados a cada seis meses. Essa prática mantém a entrada de luz no estrato mais baixo, onde estão inseridas as hortaliças, e ajuda na manutenção da biomassa na cobertura do solo (Figuras 4, 5 e 6).



**Figura 4.** Plantio sucessional de hortaliças com foco em produção de rúcula, alface roxo, repolho roxo e batata yacon (no centro) e espécies arbóreas (nas laterais) 30 dias após a implantação.



**Figura 5.** Mesmo SAF mostrado na Figura 3, dez meses após a implantação. Observa-se na imagem a batata yacon no ponto de colheita e as espécies arbóreas no ponto de poda.



**Figura 6.** Mesmo SAF da Figura 5, quatorze meses após a implantação do SAF, no centro da imagem plantio de hortaliças estabelecido após a poda e incorporação de biomassa das espécies arbóreas.

Árvores como garapuvu (*Schizolobium parahyba*), eucalipto (*Eucalyptus grandis*), gliricídia (*Gliricidia sepium*), grandiuva (*Trema micrantha*) e licurana (*Hyeronima alchorneoides*) são exemplos de espécies que podem ser usadas nas linhas entre os canteiros. O espaço entre as árvores pode ser aproveitado para o plantio de bananeiras, feijão guandu (*Cajanus cajan*) ou outras espécies com porte médio que irão enriquecer a biomassa juntamente com o capim produzido em faixas (discutido mais adiante). A biomassa produzida pela poda das espécies arbóreas, pelo corte das bananeiras e por arbustos juntamente com a biomassa produzida nas faixas de capins, faz com que o SAF tenha uma biomassa altamente diversificada, com materiais com diferentes teores de lignina e diferentes ritmos de decomposição. O volume de biomassa produzida mantém o solo coberto permanentemente e favorece a manutenção constante de nichos ecológicos, mantendo a biodiversidade de micro e mesofauna.

## 2.6. Faixas de capim para adubação

Plantar faixas de capim associadas à horticultura pode parecer controverso, porque muitas espécies comumente utilizadas nas faixas de capim podem tornar-se plantas espontâneas indesejadas nos canteiros com hortaliças. Contudo, manter faixas de capim junto aos canteiros, facilita toda a logística de corte e transporte da biomassa em uma única operação de manejo, tornando a manutenção da cobertura no solo viável e eficiente.

As faixas de capim são inseridas no SAF no momento da sua implantação, justamente pela sua capacidade de produção de biomassa que favorece um rápido incremento na fertilidade do solo nos primeiros meses após a sua implantação. Como as plantas utilizadas na faixa de capim são heliófilas, o agricultor pode optar por eliminar as faixas de capim sombreando-as na medida em que a sucessão avança. Também é

possível manter as faixas de capim no SAF indefinidamente (Figura 7), bastando favorecer entrada de luz na parte inferior do dossel, utilizando-se podas frequentes nas plantas de hábito arbustivo e arbóreo. O corte da faixa de capim deve ser feito, preferencialmente, quando as plantas estão no estágio vegetativo que precede o início da sua fase reprodutiva. Essa prática tem o duplo propósito de evitar a disseminação de sementes no SAF e também manter o ritmo de produção de biomassa em função do corte que sempre é realizado antes que a planta entre em fase de senescência.

As plantas, que fazem parte da faixa de capim, são o principal fator determinante da composição da biomassa que será incorporada no solo, por isso a combinação de plantas deve ser pensada de modo a manter uma determinada proporção entre leguminosa e gramíneas. Caso a biomassa seja muito pobre em nitrogênio o desenvolvimento vegetativo das plantas pode ser afetado causando perdas na produção, porém em casos que a biomassa é muito rica em nitrogênio a sua decomposição ocorre rapidamente e o solo fica desprotegido e suscetível à erosão.

As espécies escolhidas devem apresentar bom desenvolvimento em relação ao clima e ao solo da propriedade, além disso deve-se ter cuidado ao utilizar plantas com fácil propagação vegetativa como *Pennisetum purpureum* e *Tithonia diversifolia* que podem se estabelecer nos canteiros a partir da biomassa depositada. Algumas plantas que têm sido usadas com sucesso em faixas de capim são o capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. *Tanzânia*), capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. *Mombaça*) que no inverno do Sul do Brasil se consorciavam bem com as ervilhacas (*Vicia Sativa* cv. *V. Pillosa*).

### 3. Manejo do SAF para o conforto da hortaliça

As plantas apresentam respostas fisiológicas aos estímulos do ambiente, portanto, desenhar o SAF de modo a favorecer o desenvolvimento da planta com estímulos que tornem o ambiente mais confortável para a mesma é uma estratégia fundamental para aumentar a eficiência do SAF (GLIESSMAN, 2000). As modificações na umida-



**Figura 7.** A faixa de capim como mombaça (*Panicum maximum* cv. *Mombaça*) entre linhas arbóreas jovens (no fundo) pode ser roçado até 5 vezes por ano e adubar as linhas de árvores ou hortaliças próximas enquanto as árvores ainda não produzem suficiente biomassa. Sítio Florbela. Florianópolis/SC.

de, temperatura e luminosidade do SAF, que ocorrem em função do manejo e planejamento do agricultor, são de grande importância para a criação de um microclima que favoreça a produção, equilíbrio e resiliência do sistema de produção.

### **3.1. Umidade**

A ocorrência de chuvas é um fator de extrema importância, tanto na agricultura em monocultivos como para a agrofloresta, uma vez que o agricultor não tem o poder de mudar diretamente a quantidade e a distribuição da chuva. O manejo adotado num pequeno estabelecimento agrícola provavelmente não influencia significativamente a precipitação de chuvas da região. Porém, a umidade, através do microclima, pode ser fortemente influenciada pelo sistema de manejo adotado. Por esse motivo, o desenho utilizado para o SAF deve ser capaz de influenciar a umidade de modo a favorecer o desenvolvimento das plantas. Pode-se ter um sistema de podas que permita maior entrada de luz no SAF durante a estação chuvosa e maior sombreamento durante a estação mais seca, mantendo a umidade média próxima do ideal durante o ano todo.

A estratificação é uma característica do dossel do SAF, que ajuda a interceptar a chuva, diminuindo o impacto direto das gotas d'água no solo. Além disso, a biomassa depositada no solo também tem o importante papel de fazer com que a água entre em contato com o solo lentamente, preservando a estrutura dos agregados do solo.

### **3.2. Temperatura**

A velocidade de crescimento e desenvolvimento das plantas e outros organismos aumenta com a temperatura até um ponto ótimo diferente para cada espécie, acima do qual o excesso de calor prejudica o crescimento e a saúde. Por isso, no desenho do SAF deve-se levar em consideração as exigências térmicas das culturas e também a possibilidade de alterar a temperatura através do microclima. Na medida em que as plantas crescem e ocupam novos estratos do SAF, a temperatura,

no interior do sistema de cultivo, apresenta uma diminuição da variação térmica em relação ao campo aberto. Em florestas e SAFs com múltiplos estratos, a menor variação da temperatura ocorre próximo à palhada, a qual amortece ainda mais a variação térmica na superfície do solo. Evitar que o solo aqueça muito ou esfrie excessivamente ajuda promover maior saúde da biota do solo e dos cultivos. No entanto, alguns processos fisiológicos de maturação de frutas requerem uma amplitude térmica no dossel. Nestas situações também é indicada a poda seletiva ou drástica de partes do dossel.

### **3.3. Luz**

A demanda por luz de uma planta ou de um determinado grupo funcional é uma das principais características a ser levada em consideração ao se desenhar um SAF. Isso acontece porque a competição por luz costuma ser acirrada em ecossistemas de clima tropical e subtropical. Já em SAFs instalados nesse mesmo tipo de clima o agricultor pode interferir no sistema de forma a diminuir a competição por luz e aumentar a complementariedade entre as plantas que compõem o sistema.

As plantas apresentam diferentes características em relação à forma como se adaptam a oferta de luz, plantas com rota fotossintética C4 (p.ex. cana de açúcar, milho) estão adaptadas a ambientes com abundância de luz, já plantas com rota fotossintética C3 (p.ex. feijão, crotalária) costumam apresentar maior tolerância ao sombreamento. O agricultor pode usar combinações de plantas com diferentes adaptações à oferta de luminosidade, fazendo com que as plantas mais adaptadas em ambientes com alta luminosidade ocupem posições mais altas no dossel e plantas com adaptação a ambientes com menor oferta de luz fiquem posicionadas na parte inferior do dossel – de acordo com o princípio-chave da estratificação em SAFs (Figura 8). Outra estratégia útil é a poda drástica das espécies que foram inseridas com objetivos de adubação no SAF, especialmente daquelas que têm alta capacidade de rebrote, pois permitir a entrada de luz no interior do sistema também é importante para prevenir doenças pela evaporação de umidade excessiva.





**Figura 8.** A sombra migra rapidamente entre canteiros de hortaliças durante o dia porque apenas a ponta da copa das árvores dominantes é poupada nas podas drásticas (eucaliptos na superior direita e margem esquerda). Fustes podados e desbastados são picados e encostados diretamente no solo mineral sobre caminhos (centro-esquerda da foto). Semeadura direta de outras espécies arbóreas tolerantes à poda como paineira (*Chorisia speciosa*, na margem esquerda) na linha das árvores perpetua a adubação verde lenhosa para além da colheita de fustes dos eucaliptos. Sítio Florbela. Florianópolis/SC.

### 3.4. Vento

O vento é um fator que exige cuidado no planejamento de agroflorestas, pois além de causar danos físicos às plantas, como perda de flores queda de frutos ou mesmo o rompimento de galhos, pode ter um efeito enorme na temperatura e umidade no interior do SAF, prejudicando a manutenção do microclima. É necessário observar a direção dos ventos predominantes e plantar quebra-ventos de modo a diminuir a velocidade dos ventos antes que atinjam as culturas mais sensíveis no interior do mesmo.

Os quebra-ventos também podem ser utilizados como corredores verdes, aumentando a conectividade da paisagem rural com os remanescentes florestais, servindo como abrigo para a biodiversidade e, muitas vezes, como refúgio para insetos predadores de ‘pragas’ de cultivos. Em médio prazo, é possível utilizar as áreas de

quebra-vento para produção de madeira ou varas de bambu, ótimas plantas para diminuir a velocidade do vento.

## 4. Benefícios dos SAFs

A vantagem central da produção de hortaliças em sucessão agroflorestal é o potencial de aproveitar simultaneamente três conjuntos de contribuições:

1. O rápido retorno financeiro que aumenta com o tempo;
2. A recuperação e manutenção do funcionamento do ecossistema e do seu potencial produtivo;
3. Benefícios sociais, culturais, econômicos e ambientais indiretos.

As demandas conflitantes (*tradeoffs*) aparentes entre a viabilidade financeira, integridade ambiental e o bem-estar social podem ser amenizadas ou superadas com o aprimoramento das experiências com planejamento, manejo, beneficiamento, comercialização e aproveitamento cultural da biodiversidade.

### 4.1. Rentabilidade financeira

O potencial para rápido retorno financeiro é frequentemente citado como uma das motivações iniciais para agricultores optarem pelo cultivo agroflorestal. Frequentemente a atenção dos próprios agricultores agroflorestais para o sustento alimentar de qualidade, a conservação da água e do ambiente ganha força como motivação (POUBEL, 2006). A experiência de abundância e diversidade de alimentos agroflorestais disponí-

veis para consumo e partilha tende a estimular a diversificação alimentar na escala da família e da comunidade. Este processo reforça a curiosidade, aprendizagem e resgate cultural de conhecimentos alimentares populares e evolução cultural da sociobiodiversidade associada às agroflorestas (PARRA, 2018).

Retornos financeiros podem ser adiantados e aumentados com um aprimoramento da ocupação produtiva de nichos ecológicos durante a sucessão agroflorestal na medida em que seja aumentada a produtividade total de biomassa e/ou a proporção economicamente aproveitável dessa biomassa. O planejamento de agroflorestas sucessionais é voltado para aumentar ambas pela alta densidade de plantio em delineamentos substitutivos. De modo simplificado, isto significa que hortaliças maiores ou de ciclo mais longo são plantadas nas densidades recomendadas para monoculturas (p.ex. yacon de 12 meses, Figura 5). Nos espaços, que ficam vazios durante a primeira metade do ciclo da cultura, são plantadas nos mesmos canteiros, adicionalmente, culturas de ciclo médio que são colhidas antes de competir com as culturas de ciclo longo (p.ex. manjeriço de 4-10 meses). Nas laterais das linhas de hortaliças de ciclo longo, nos mesmos canteiros são plantadas adicionalmente hortaliças de 4 meses (p.ex. brássicas como repolho, Figura 4). Nos espaços que ainda ficarão sem cobertura viva nos primeiros 2-3 meses são plantadas hortaliças que alcançam seu ponto de colheita nesse período (p.ex. alface americana ou acelga). Os pequenos espaços vazios no início nos mesmos canteiros são preenchidos com hortaliças colhidas em até 45 dias (p.ex. rúcula, rabanete ou coentro). Por colheitas escalonadas, horticultores agroflorestais têm alcançado entre 150% e 400% de aproveitamento econômico de um canteiro se comparado a um monocultivo, usando a mesma quantidade de adubo e irrigação no mesmo espaço (NETO *et al.*, 2016).

O conjunto dessas safras no primeiro ciclo de um mesmo canteiro frequentemente já pagam os custos de insumos e mão de obra da implantação não somente deste canteiro mas também de canteiros adjacentes que contém linhas de árvores adubadeiras e frutíferas

(HOFFMANN, 2013). Nos seguintes ciclos de hortaliças vão diminuindo os custos com adubos externos e ganhando proporção a produção de adubos verdes perenes nessas linhas adubadeiras. Paralelamente entram em produção econômica as primeiras frutíferas nas mesmas linhas arbóreas (p.ex. banana, amora, pitáia, figo, urucum, limão etc.). Nos seguintes anos as primeiras árvores madeiráveis de rápido crescimento podem ser colhidas, embora a sua implantação já tenha sido paga pelo primeiro ciclo de hortaliças. Desta forma os investimentos recuperados no primeiro ciclo de hortaliças rendem até às seguintes safras de hortaliças, aromáticas, frutíferas e madeiras mais lucrativas.

#### **4.2. Recuperação do funcionamento do ecossistema**

A alta produtividade econômica dos consórcios agroflorestais de hortaliças é acompanhada por uma intensa produção simultânea de biomassa e as frequentes podas que contribuem com quantidades grandes de matéria morta. Depois de 1-2 anos esta supera a produção de serapilheira e renovação de biomassa radicular em florestas secundárias da mesma idade. Ambas as fontes de carbono orgânico promovem uma intensa atividade biológica no solo e acúmulo de carbono na cobertura morta e no solo (STEENBOCK *et al.*, 2013). A alta produtividade de biomassa é possibilitada não somente pelo plantio adensado e frequentes podas, mas principalmente pela ocupação otimizada de nichos em alturas, graus de sombreamento e fases de desenvolvimento das culturas, de modo a otimizar a interceptação da luz (EWEL & MAZZARINO, 2008). A consequente sintonia maior entre liberação de nutrientes pela decomposição e reabsorção pelas raízes e biota do solo aumenta a retenção e taxas de ciclagem de nutrientes, disponíveis para culturas vegetais que ocupam o seu nicho (EWEL & BIGELOW, 2011; LOVELOCK & EWEL, 2005).

A alta diversidade funcional em agroflorestas sucessionais também promove *habitats* e

recursos alimentícios variados para uma ampla rede trófica de predadores que atuam no controle biológico de populações de insetos podendo, potencialmente, se tornar ‘pragas’. Portanto, a alta biodiversidade favorece um equilíbrio dinâmico que atua na regulação de ‘pragas’ e ‘doenças’ além de atuar na manutenção das populações de polinizadores e dando suporte a sanidade na produção de hortaliças (GROENEVELD *et al.*, 2010; RATNADASS *et al.*, 2012).

### 4.3. Benefícios diretos e indiretos de SAFs

As agroflorestas têm alta flexibilidade de escolha de culturas e mudanças ao longo do tempo, arranjos espaciais, de acordo com a disponibilidade de conhecimentos adequados, material para plantio, preferência dos agricultores e outras condições do contexto local. São os agricultores que assimilam e aprofundam esses conhecimentos para viabilizar o planejamento e condução atendendo assim às necessidades de cada família ou comunidade. Esse conhecimento das famílias agricultoras promove uma valorização da atividade agrícola na sociedade. Diversos agricultores agroflorestais têm atuado como educadores populares que também ensinam os seus conhecimentos aprofundados para pesquisadores e técnicos de várias profissões. Esse papel profissional intelectualmente estimulante dos agricultores agroflorestais já começou a fortalecer a autoestima das famílias agricultoras e incentivar não somente filhos de agricultores a permanecerem no campo, mas também jovens urbanos a migrar para o campo e se dedicar à agricultura agroflorestal.

Associadas à diversificação funcional, as operações de trabalho agroflorestal são variadas, uma quebra fundamental com o trabalho monótono, degradante e dependente das grandes empresas de insumos agroquímicos e de comercialização. A decrescente dependência de insumos e energia externas ao longo da sucessão agroflorestal promove a autonomia econômica das famílias agricultoras e das suas comunidades.

Os benefícios sociais, culturais, econômicos e ambientais se reforçam mutuamente e

se intensificam com o tempo na medida que os resultados dos benefícios obtidos refletem nas tomadas de decisões. Neste sentido, as agroflorestas sucessionais podem ser utilizadas como processos de recuperação produtiva e emancipadora de uma sociedade, porém, várias barreiras e gargalos dificultam o início do processo.

## 5. Desafios

### 5.1. Conhecimento inicial

A multiplicação da horticultura agroflorestal depende, no primeiro momento, de conhecimento tanto dos princípios agroflorestais quanto dos atributos ou grupos funcionais práticos das espécies. Em diferentes contextos socioculturais um destes tipos de conhecimento são insuficientemente disponíveis para iniciar uma transição à horticultura agroflorestal.

Para superar o gargalo do conhecimento dos princípios, um ou poucos cursos de curta duração têm potencial para iniciar o processo de aprendizagem na prática, desde que pautadas pela educação popular. Nesta, os participantes assumem um papel ativo na aplicação dos princípios, tanto nos aspectos teóricos como práticos, em pequenos grupos de estudo e trabalho em mutirão para planejar e implementar projetos de produção agroflorestal aplicáveis a situações-problema reais (ALMEIDA *et al.*, 2002).

O segundo gargalo de conhecimento de atributos funcionais práticos pode ser superado com um resgate e diálogo de saberes entre conhecimentos tradicionais e praticantes da horticultura agroflorestal – âmbitos desconectados em muitas regiões (SIDDIQUE *et al.*, 2017). Bancos de dados de fácil acesso aberto sobre atributos funcionais práticos podem ajudar a socializar este tipo de conhecimento numa escala espacial e temporal maior, desde que adequadamente contextualizado. Vinculado a esse conhecimento tradicional da ecologia aplicada e da utilização de diversas espécies é outro gargalo – o acesso ao material para multiplicação dessas espécies.

## 5.2. Mão de obra

A necessidade maior e mais complexa de mão de obra na produção agroflorestal provavelmente é o gargalo mais frequentemente levantado. Além de envolver uma maior frequência e complexidade do planejamento e execução das operações de trabalho agroflorestal, a maioria das máquinas agrícolas e florestais não são úteis para o manejo agroflorestal do jeito que foram projetadas para monocultivos. Portanto, a mecanização das operações de manejo agroflorestal requer investimento de tempo e criatividade muito maior do que a horticultura convencional. Ainda com a ingenuidade de agricultores e técnicos agroflorestais, o máximo grau de mecanização possível usando as máquinas disponíveis e acessíveis no mercado é menor do que na horticultura convencional, mas algumas experiências bem sucedidas de mecanização na horticultura agroflorestal nas escalas pequena, média e grande apontam caminhos e desafios a serem priorizados em projetos futuros (NETO *et al.*, 2016) (Figura 9).

Uma solução frequentemente implementada na horticultura agroflorestal é adaptar as dimensões dos canteiros de hortaliças e de capim para adubação àquelas máquinas de mais fácil acesso. Dependendo do contexto socioeconômico isso pode envolver um tratorito de custo relativamente baixo ou máquinas emprestadas ou compartilhadas entre conhecidos ou via organizações. Já existem desenhos de plantio que otimizam o transporte de mini tratores entre as linhas de árvores. Esse gargalo pode ser superado pela articulação política reivindicando interesses e perspectivas de agricultores agroflorestais a partir de

organizações sociais a fim de obter infraestruturas compartilhadas e fortalecimento de unidades de beneficiamento dos produtos agroflorestais para distribuição e comercialização. Faltam pesquisas sobre processos e maquinários que facilitem o manejo das agroflorestas e também sobre insumos agroecológicos para substituir os agrotóxicos e adubos químicos. O desenvolvimento de técnicas e ferramentas para o manejo como também o aprimoramento da legislação ambiental, pode impulsionar a expansão de SAFs.

Considerando a alta produtividade potencial e os custos reduzidos de insumos externos, o gargalo de mão de obra pode ser transformado em solução para emprego rural e peri-urbano. Na medida que os agricultores agroflorestais ganham experiência no manejo agroflorestal, gastam cada vez menos tempo e esforço para cumprir o mesmo serviço.

## 5.3. Comercialização da produção diversificada

Outro ponto que dificulta aos agricultores agrofloresteiros é o desincentivo para a comercialização de alimentos sazonais da região, pois



**Figura 9.** Produção de hortaliças em sucessão agroflorestal em escala comercial. Sítio Semente/DF: [www.sitiosemente.com](http://www.sitiosemente.com).

as grandes redes de recebimento de alimentos (supermercados, lojas gourmetizadas etc) exigem abastecimento contínuo e em quantidade das mesmas frutas e verduras, independente da época de produção na região. Circuitos curtos de comercialização compatíveis com alta diversidade de alimentos, como Comunidade Sustenta Agricultura (CSA) já tem facilitado ganhos significativos de escala e multiplicação da horticultura agroflorestal, p.ex. no assentamento Mário Lago em Ribeirão Preto, SP (NETO *et al.*, 2016). A dificuldade de acesso a mercados, a desestruturação nos últimos anos de programas de compras institucionais e os entraves burocráticos para regularização dos produtos são barreiras encontradas.

Agricultores agroflorestais frequentemente relatam como funcionários dos bancos rejeitaram os seus projetos de produção diversificada, mesmo que tenha alta viabilidade financeira, pelo baixo gasto com insumos e alta produtividade da sucessão agroflorestal. Portanto, também há necessidade de políticas que financiem sistemas diversificados e diretrizes que orientem funcionários a entenderem e autorizarem projetos produtivos diversificados que dispensam insumos convencionais.

## 6. Conclusões e Perspectivas

A multiplicação recente da horticultura agroflorestal demonstra a sua eficiência em produzir renda e outros benefícios socioeconômicos,

culturais e ambientais. Utilizar a ecologia a favor da produção, considerando os aspectos que podem influenciar o desenvolvimento do SAF, tais como manejo, escolha das espécies, umidade, temperatura, luz, dentre outros, determinam a resposta que esse sistema pode oferecer. Ainda persistem desafios como a escolha de combinações de espécies de acordo com as suas características de grupos e diversidade funcionais, bem como a mão de obra inicial e o beneficiamento e escoamento de uma diversidade de produtos para os mercados. A troca de experiências práticas e divulgação de sistematizações em escalas local até internacional tem ajudado a superar esses desafios, e encorajado cada vez mais pessoas a se inserirem nesse sistema de cultivo. O desenvolvimento de equipamentos adaptados às necessidades da horticultura agroflorestal vem acontecendo gradativamente, especialmente para pequenas escalas. Neste momento de entusiasmo efervescente da juventude para se dedicar a agricultura agroflorestal é urgente ampliar as oportunidades. Desde iniciativas de economia solidária e consumo consciente regionais até políticas públicas municipal, estadual e federal podem apoiar a infraestrutura física, comunitária e institucional da produção, do beneficiamento e da distribuição de alimentos agroflorestais. Com estes apoios da comunidade e das instituições a horticultura agroflorestal tem potencial para sustentar dignamente milhares de novas famílias na agricultura e, ao mesmo tempo, reverter a degradação ambiental.

## Bibliografia

ALMEIDA, D. *et al.* **Manual do Educador Agroflorestal**. Universidade Federal do Acre, Parque Zoobotânico Arboreto. Rio Branco. 2002. 136p.

BALVANERA, P.; PFISTERER, A.B.; BUCHMANN, N.; HE, J.S.; NAKASHIZUKA, T.; RAFFAELLI, D.; SCHMID, B. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. **Ecology Letters**, v. 9, n. 10, p. 1146–1156, out. 2006.

BHAGWAT, S. A.; WILLIS, K.J.; BIRKS, H.J.; WHITTAKER, R.J.. Agroforestry: a refuge for tropical biodi-

versity? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 5, n. 23, p. 261–267, 2008.

CARDINALE, B. J.; WRIGHT, J.P.; CADOTTE, M.W.; CARROLL, I.T.; HECTOR, A.; SRIVASTAVA, D.S.; LOREAU, M.; WEIS, J.J.. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 46, p. 18123–18128, nov. 2007.

CARDINALE, B. J.; DUFFY, J.E.; GONZALEZ, A.; HOOOPER, D.U.; PERRINGS, C.; VENAIL, P.; NARWANI, A.;

- MACE, G.M.; TILMAN, D.; WARDLE, D.A.; KINZIG, A.P.; DAILY, G.C.; LOREAU, M.; GRACE, J.B.; LARINGAUDE-RIE, A.; SRIVASTAVA, D.S.; NAEEM, S. **Biodiversity loss and its impact on humanity**. *Nature*, v. 486, n. 7401, p. 59–67, 2012.
- EKSTRÖM, G.; EKBOM, B. Pest control in agro-ecosystems: An ecological approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 30, n. 1–2, p. 74–94, 2011.
- EWEL, J.J.; BIGELOW, S.W. Tree species identity and interactions with neighbors determine nutrient leaching in model tropical forests. **Oecologia**, v. 167, n. 4, p. 1127–1140, 2011.
- EWEL, J.J.; MAZZARINO, M.J. Competition from below for light and nutrients shifts productivity among tropical species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 48, p. 18836–41, 2008.
- FORNARA, D.A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, v. 96, n. 2, p. 314–322, 2008.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processo ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: URGs, p. 653, 2000.
- GROENEVELD, J. H.; TSCHARNTKE, T.; MOSER, G.; CLOUGH, Y. Experimental evidence for stronger cacao yield limitation by pollination than by plant resources. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 12, n. 3, p. 183–191, ago. 2010.
- HOFFMANN, M.R.M. Sistemas agroflorestais para agricultura familiar: Análise econômica. 2013. 140p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- ISBELL, F.; CALCAGNO, V.; HECTOR, A.; CONNOLLY, J.; HARPOLE, W.S.; REICH, P.B.; SCHERER-LORENZEN, M.; SCHMID, B.; TILMAN, D.; VAN RUIJVEN, J.; WEIGELT, A.; WILSEY, B.J.; ZAVALETA, E.S.; LOREAU, M. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. **Nature**, v. 477, n. 7363, p. 199–202, 2011.
- LAGANIÈRE, J.; ANGERS, D.A.; PARÉ, D. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: A meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 16, n. 1, p. 439–453, 2010.
- LEHMANN, J.; SCHROTH, G. Nutrient leaching. In: SCHROTH, G.; SINCLAIR, F. L. (Eds.). **Trees, crops and soil fertility concepts and research methods**. USA: CAB Internacional, 2003. p. 151–166.
- LETOURNEAU, D. K.; ARMBRECHT, I.; RIVERA, B.S.; LERMA, J.M.; CARMONA, E.J.; DAZA, M.C.; ESCOBAR, S.; GALINDO, V.; GUTIÉRREZ, C.; LÓPEZ, S.D.; MEJÍA, J.L.; RANGEL, A.M.A.; RANGEL, J.H.; RIVERA, L.; SAAVEDRA, C.A.; TORRES, A.M.; TRUJILLO, A.R. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecological Applications**, v. 21, p. 9–21, 2011.
- LICHTENBERG, E. M.; *et al.* A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. **Global Change Biology**, v. 23, 2017.
- LIN, B.B. Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. **Bioscience**, v. 61, n. 3, p. 183–193, 2011.
- LOVELOCK, C.E.; EWEL, J.J. Links between tree species, symbiotic fungal diversity and ecosystem functioning in simplified tropical ecosystems. **New Phytologist**, v. 167, n. 1, p. 219–228, 16 mar. 2005.
- MATSUMURA, E.S. A agricultura convencional e a agricultura sintrópica: uma discussão inicial. 2016. 49p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC em Engenharia ambiental) – Universidade Estadual Paulista Rio Claro, SP.
- NETO, N.E.C.; MESSERSCHMIDT, N.M.; STEENBOCK, W.; MONNERAT, P.F. **Agroflorestando o mundo de facão a trator**: Gerando praxis agroflorestal em rede. Barra do Turvo, SP, Brasil: Cooperafloresta, 2016. 91p.
- PARRA, V.J.; SCHULER, H.; SIMÕES-RAMOS, G.A.; CASAGRANDE, A.; MAGNANTI, N.; SANTOS, K.L.; DIONISIO, A.C.; SIMINSKI, A.; JONER, F.; SIDDIQUE, I. Metodologias de comunicação para o Diálogo de Saberes: ações transformadoras no âmbito da rede de sistemas agroflorestais agroecológicos do Sul – Rede SAFAS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.13, n. ESP, p.128-141, 2018.
- PARRA, V.J. Rede de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos do Sul do Brasil – Rede SAFAS: Fatores que afetam o desenvolvimento agroflorestal. 2018. 127p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

PASINI, F. DOS S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: História, fundamentos e seu nicho no universo da agricultura sustentável.** Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

PICASSO, V.D.; BRUMMER, C.; LIEBMAN, M.; DIXON, P.M. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. **Crop Science**, v. 48, n. 1, p. 331–342, 2008.

POUBEL, R. DE O. Hábitos alimentares, nutrição e sustentabilidade: Agroflorestas Sucessionais como estratégia na Agricultura Familiar. 2006. 142p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

POWER, A.G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, v. 365, n. 1554, p. 2959–2971, 2010.

RATNADASS, A. et al. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, p.273-303, 2011.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J.; RODRIGUES, M.R.L. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 2, p. 85–102, 2001.

SCHULER, H. Agroflorestas: Sistemas de cultivo inspirados na natureza. In: SIDDIQUE, I.; DIONÍSIO, A. C.; SIMÕES-RAMOS, G. A. (Eds.). **Rede SAFAS: Con-**

truindo conhecimentos sobre Agrofloresta em Rede. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 21–29.

SIDDIQUE, I.; GUTJAHN, C.; SENEVIRATNE, G.; BRECKLING, B.; RANWALA, S.W.; ALEXANDER, I.J. Changes in soil chemistry associated with the establishment of forest gardens on eroded, acidified grassland soils in Sri Lanka. **Biology and Fertility of Soils**, v. 44, n. 1, p. 163–170, 2007.

SIDDIQUE, I.; DIONÍSIO, A. C.; SIMÕES-RAMOS, G. A. **Rede SAFAS: Construindo conhecimentos sobre agroflorestas em rede.** Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. v. 3. 94p.

SILESHI, G.; AKINNIFESI, F.K.; AJAYI, O.C.; PLACE, F. Meta-analysis of maize yield response to woody and herbaceous legumes in sub-Saharan Africa. **Plant and Soil**, v. 307, n. 1–2, p. 1–19, 2008.

STEENBOCK, W.; SILVA, L.C.; SILVA, R.O.; RODRIGUES, A.S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. **Agrofloresta, Ecologia e Sociedade.** Curitiba, PR: Kairós, 2013. 422p.

TSCHARNTKE, T.; CLOUGH, Y.; BHAGWAT, S.A.; BUCHORI, D.; FAUST, H.; HERTEL, D.; HOLSCHER, D.; JUHRBANDT, J.; KESSLER, M.; PERFECTO, I.; SCHERBER, C.; SCHROTH, G.; VELDKAMP, E.; WANGER, T. C. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – A review. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 3, p. 619–629, 2011.

Este livro abrange mais de duas décadas de trabalho com a preocupação constante de se contrapor à agricultura alicerçada na produção agroquímica industrial, dependente, de alto custo ambiental e econômico. Seu conteúdo é um método de transição para a construção coletiva de uma interação humana positiva nos ecossistemas, agroecossistemas e na sociedade como um todo. Na atualidade é inadmissível que para a manutenção da existência humana se estabeleçam relações com efeitos danosos sobre o ambiente.

Desde o início, a construção de conhecimento se fundamenta em uma perspectiva de sua adaptação, reinterpretação e ressignificação. O foco que orienta o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças é a promoção de saúde de plantas e, conseqüentemente, de todo o sistema de produção. Essa visão integradora leva aos componentes do agroecossistema (como agricultores, técnicos, plantas, solo, clima) a “conversarem” entre si e a coevolurem durante essa construção.

Seu conteúdo está organizado em cinco seções contendo vinte capítulos com a participação direta de Educadores Populares e Instituições Públicas federais e estaduais de pesquisa, extensão e ensino do Brasil e do Exterior. O leitor encontrará nele uma proposta de transição para a consolidação da agricultura familiar como produtora de “alimentos de verdade” para toda sociedade em contraposição aos “impérios agroalimentares”.

