

Sistema de Plantio Direto de Hortalças (SPDH)

O cultivo das brássicas:
couve-flor, brócolis e repolho





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice - Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Ivan Luiz Zilli Bacic
Desenvolvimento Institucional

Jorge Malburg
Administração e Finanças

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural







**BOLETIM DIDÁTICO Nº 132
MAR/ 2016**

Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)

O cultivo de brássica: couve-flor, brócolis e repolho

Coordenação:
Jamil Abdalla Fayad
Jucinei José Comin
Ildegardis Bertol



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

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

Revisado pela gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Coordenadores:

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

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

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

Colaboradores

Ver páginas 7 e 8

Editoria técnica: Jamil Abdalla Fayad

Revisão textual: Jucinei José Comin

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

Capa: planta na fase juvenil 2 em sistema de plantio direto de hortaliças.

Primeira edição: março de 2016

Tiragem: 3000 exemplares

Impressão: Dioesc

É permitida a reprodução parcial deste que citada a fonte.

Ficha catalográfica

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; BERTOL, I. (coord) *Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): O cultivo de brássica: couve-flor, brócolis e repolho*. Florianópolis: Epagri, 2016. 109p. (Epagri. Boletim Didático, 132)

Brássica; Plantio direto; Santa Catarina.

ISSN 1414-5219



APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

A Diretoria Executiva.



AGRADECIMENTOS

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

Secretaria da
Agricultura Familiar

Ministério do
Desenvolvimento Agrário



Equipe de Coordenação

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

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

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

Equipe de Geração e Adaptação de Conhecimentos

Alexandre Luiz Hoffmann - Agricultor/Lavoureiro, Angelina, SC.

Almir Francisco Hoffmann - Agricultor/Lavoureiro, Angelina, SC.

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

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

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

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

Carlos Frischknecht - Engenheira agrônoma, Epagri / Imaruí, SC

Carlita Isabel Meyer Schulter - Agricultora/Lavoureira, Anitápolis, SC.

Carlyle Holl Cirimbelle- Engenheiro agrônomo (em memória)

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

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

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

Dalvo Knaul- Agricultor / Lavoureiro de Ituporanga, SC.

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

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

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

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

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

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

Ivanda Masson - Pedagoga M.Sc, Epagri/ GRF, Florianópolis, SC

Jackson Schulter - Agricultor/Lavoureiro, Anitápolis, SC.

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

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

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

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

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

Leonilo Schulter - Agricultor/Lavoureiro, Anitápolis, SC.

Marcelo Schulter - Agricultor/Lavoureiro, Anitápolis, SC.

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

Nilvo Knaul- Agricultor / Lavoureiro de Ituporanga, SC.

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

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

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

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

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

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

Thiago Walzburger - Agricultor/Lavoureiro, Angelina, SC.

Valdonir Hofmann- Agricultor / Lavoureiro de Ituporanga, SC.

Vanessa Arenhart - Engenheira agrônoma/ Rancho Queimado,SC

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

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

Zita Hofmann- Agricultora / Lavoureira de Ituporanga, SC.

Yasser Jamil Fayad - Médico, infectopediatra / Palmitos, SC

SUMÁRIO

1- O CULTIVO DAS BRÁSSICAS EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS A PARTIR DE ITUPORANGA, ANGELINA E ANITÁPOLIS-SC.	11
1.1- <i>Histórico</i>	11
1.2- <i>Objetivos e Eixos do SPDH</i>	13
2- O BRÓCOLIS, A COUVE-FLOR E O REPOLHO	18
3- ECOFISIOLOGIA	22
3.1- <i>O Clima e a Fisiologia do Desenvolvimento</i>	22
3.1.1- <i>Couve-Flor (B. oleracea var. botrytis)</i>	24
3.1.1.1- <i>Fase Juvenil</i>	25
3.1.1.2- <i>Indução da Formação da Cabeça</i>	26
3.1.1.3- <i>Fase de Crescimento da Inflorescência</i>	28
3.1.2- <i>Brócolis (Brassica oleracea var. italica)</i>	28
3.1.3- <i>Repolho (Brassica Oleracea var. Capitata)</i>	31
3.2- <i>Influência da nutrição</i>	31
3.3- <i>Influência do Teor de Carboidratos</i>	32
3.4- <i>Influência do Genótipo</i>	33
3.5- <i>A Produção e Alocação de Biomassa</i>	34
4- A PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO	35
4.1- <i>A Produção de Mudas</i>	36
4.2- <i>A Mecanização para o SPDH</i>	39
4.3- <i>Preparo da Área para Plantio</i>	44
4.4- <i>Preparo da Berçário</i>	46
4.5- <i>Critérios para Escolha de Espaçamento de Plantio</i>	50
5- FERTILIDADE DO SOLO	53
5.1- <i>Correção da Acidez e dos Teores de Fósforo e Potássio</i>	54
5.2- <i>Adubos Verdes</i>	55
6- NUTRINDO A PLANTA COM BASE NAS TAXAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, AJUSTADA PELO ESTOQUE DE NUTRIENTES NO SOLO, SINAIS DA PLANTA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	59
6.1- <i>Absorção de Nutrientes</i>	66
6.2- <i>Propondo Adubação de Cobertura</i>	69
6.2.1- <i>Propondo Adubação de Cobertura para Brócolis</i>	70
6.2.2- <i>Proposta de Adubação para Couve-flor</i>	72
6.2.3- <i>Proposta de Adubação para Repolho</i>	74

7- AMBIENTE ESTRESSANTE	78
<i>7.1- Evitando Desordem Fisiológica</i>	80
8- COLHEITA.....	82
<i>8.1- Manejo na Colheita e Ambiente de Armazenamento</i>	84
9- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	86

1- O CULTIVO DAS BRÁSSICAS EM SANTA CATARINA E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS A PARTIR DE ITUPORANGA, ANGELINA E ANITÁPOLIS-SC.

1.1- Histórico

O cultivo das brássicas em Santa Catarina está associado ao uso intensivo do solo, da água, às elevadas quantidades de adubos no plantio, em cobertura e via foliar e ao cultivo intenso de diversas safras seguidas na mesma área. Na prática tem ocorrido o uso inadequado e exagerado de água na irrigação feita por aspersão, com consequente aumento da erosão hídrica, desequilíbrio nutricional e utilização intensiva de agroquímicos.

Em função da degradação e perdas de solo decorrentes do sistema de preparo convencional (SPC) do solo, surgiu no Brasil no início da década de 70, o movimento do Plantio Direto na Palha. Esse movimento conservacionista também foi adotado nos trabalhos de extensão rural com plantio direto na palha com tomate, brássicas, moranga e cebola, e cultivo de alho após a incorporação de adubos verdes. Mas a despeito dos benefícios, o plantio direto, aqui denominado de plantio direto convencional, continua fortemente dependente de insumos de síntese química, tais como os adubos altamente solúveis e agrotóxicos, com destaque para os herbicidas.

Por outro lado, organiza-se a agricultura alternativa, um movimento no campo ecológico e libertário, fundada em conceitos agroecológicos. Sua força reside no resgate das pautas dos movimentos sociais e a construção do modo de vida sem exploração, dominação e opressão do homem sobre o homem e sobre a natureza. Consolidou-se junto a movimentos sociais urbanos e, principalmente, do campo assim como no meio técnico e científico.

Porém, mais de 90% da agricultura familiar continua praticando a agroquímica espelhando o modo de produção do agronegócio. Aí reside a tarefa principal do SPDH como proposta de transição agroecológica junto a este segmento da agricultura. É um sistema de produção que diminui expressivamente a perda de solo, água e nutrientes, promove a gradativa eliminação do uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis, diminui o custo ambiental e de produção, mantendo ou até aumentando a produtividade e o conforto do trabalho humano (Figura 1). Objetiva melhorar a interligação das unidades familiares de produção num desenho de florestas, bosques e corredores ecológicos, atualmente em estágio avançado de recuperação,

melhorando as relações naturais de complexidade (Figura 2). Com os resultados animadores dos primeiros experimentos em SPDH conduzidos por pesquisadores da Epagri na EECdor, consolidou-se mais uma resposta ao cultivo de hortaliças no modelo convencional, ao do cultivo mínimo e ao “Sistema Plantio Direto”. Há mais de vinte anos a Epagri iniciou o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), agregando a pesquisa e a extensão e aprofundando relações técnico-científicas com ONG’s, a UFSC/CCA e a UDESC/CAV. Uma parcela dessas instituições vem desenvolvendo o SPDH mediante Lavours de Estudo, pesquisa com participação da comunidade, cursos, viagens de estudos, encontros de socialização de resultados entre Lavoureiros e comunidade, palestras e publicações.

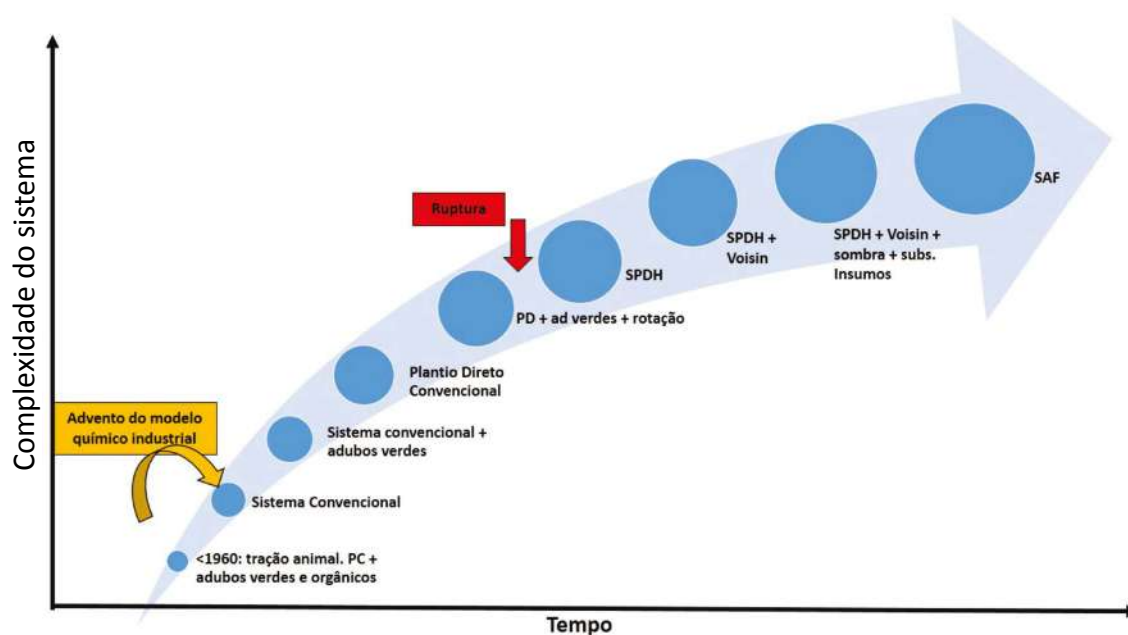


Figura 1- Evolução da complexidade em sistemas de produção.



Figura 2- Paisagem da Agricultura Familiar catarinense composta por florestas, bosques e corredores ecológicos com lavours no sistema SPDH.

Na trajetória de construção do movimento de transição para uma agricultura limpa podemos afirmar que o SPDH é um tema gerador, portanto que mobiliza, conscientiza, organiza e articula a agricultura familiar e outros trabalhadores comprometidos com o movimento. Sua estratégia está focada na construção da agricultura limpa e no modo de vida agroecológica. Compõe sua trajetória tática a promoção da saúde da planta, no campo técnico-científico e, no campo político pedagógico a concepção metodológica dialética.

Merecemos uma pausa nesta exposição para dialogarmos em que podemos flexibilizar durante esta construção. Pode-se ceder na estratégia dizendo querer uma agricultura “mais limpa”? Usando menos agroquímico? Pode-se flexibilizar a tática da promoção de saúde da planta? A rigor, não. Estes desvios mostram fraqueza técnico-científico e até mesmo falta de aprumamento ou divagação político-pedagógico. Estas e outras flexibilizações levarão a uma agricultura simplificada que voltará a utilizar agroquímicos e transgênicos.

1.2- Objetivos e Eixos do SPDH

Atualmente trabalha-se mais intensamente em dois eixos interdependentes: o político pedagógico e o técnico-científico. Dentro da concepção metodológica assumida na construção do SPDH, o início dos trabalhos com indivíduos e coletivos de agricultores familiares, alunos e técnicos, é pactuado um compromisso mediante um contrato de trabalho entre agricultores e técnicos de ATER e são escolhidas Lavouras de Estudo (LE) nas propriedades rurais, que são áreas de lavouras comerciais a serem conduzidas no SPDH. Nos primeiros contatos, com os agricultores, além de fotos, visita técnica à LE e os depoimentos de lavoureiros, tem-se utilizado a figura da “vaquinha” para ajudar na construção do contrato (Figura 3). Há diversas interpretações nesta figura, porém a mais utilizada é do desafio em retirar gradativamente as suas teteiras, ou seja, é possível produzir sem lavrar o solo e herbicida? É possível, retirando outra teteira, diminuir 80% dos adubos altamente solúveis e 70% dos agrotóxicos, aumentando a produtividade?...

Nesse contrato ficam registradas em uma linha de tempo as atividades programadas para um ano, como as datas das discussões e cursos sobre os princípios e técnicas do SPDH, de implantação das LE e visitas de técnicos aos lavoureiros e outros agricultores, de viagens de estudo (Figura 4) e do encontro para socialização dos resultados e por fim, a renovação ou não do contrato para mais um ano de trabalho. A importância do estabelecimento desse compromisso mútuo gerado a partir do contrato de trabalho, o qual

pode ser alterado e/ou enriquecido a partir de negociações entre as partes envolvidas, vai muito além da orientação para a execução das ações e atividades planejadas; ele exerce principalmente o papel de um instrumento político pedagógico, que permite mediar conhecimentos técnico-científicos e populares, realizar avaliações constantes, bem como facilitar a visualização para novos participantes dos passos já trilhados no SPDH. Através do contrato se consegue a continuidade e a evolução do processo.



Figura 3- Desenho utilizado para facilitar códigos de compromissos na transição para a agricultura limpa de agro-químicos. MPA, 2002

Essas lavouras de estudos (LE) constituem-se em verdadeiros locais de mediação dos conhecimentos popular e científico, onde os lavoureiros e os técnicos se capacitam ao interpretar e praticar os passos para a construção do novo sistema de produção e de relacionamento entre os envolvidos no processo.

Para dar conta da demanda formalizada no contrato de trabalho, **é fundamental que o agente de ATER também seja um pesquisador**, fazendo experimentos junto às LE e nas Estações Experimentais (Figura 5 e 6). Desta forma, a pesquisa tradicional realizada nas estações experimentais desempenha o papel de ferramenta complementar a outra forma de pesquisa fortemente imbricada na realidade (LE), na qual lavoureiros e técnicos (extensionistas, professores, pesquisadores e estudantes) estudam e interagem nas



Figura 4- Agricultores em visita a lavoura de estudos da família Schulter, em Anitápolis-SC.

áreas experimentais e LE.

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



Figura 5- Equipe de pesquisa da extensão rural realizando avaliação qualitativa do brócolis em experimento de doses de nitrogênio.



Figura 6 - Agentes de ATER e estudante de graduação determinando a absorção de nutrientes e acúmulo de biomassa do brócolis. Anitápolis 2012.

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

- A promoção do conforto da planta orientada pela minimização dos estresses nutricionais, de salinidade, de disponibilidade de água, de temperatura, de luminosidade, de pH, de velocidade de difusão do oxigênio;
- A promoção do conforto das plantas (Figura 7) utilizando arranjos espaciais associados à arquitetura do sistema radicular, ao tamanho da planta e à quantidade de frutos, conforme as necessidades de cada cultura, como a exemplo da poda em cucurbitáceas e verticalização do sistema de condução no tomate; ao uso de indutores de resistência e da calda bordalesa 0,3%, entre outros;



Figura 7- Plantas de cobertura promovendo conforto para a couve flor.

- Nutrição da planta com base nas taxas diárias de absorção de nutrientes, adequando-a as condições ambientais, às reservas nutricionais do solo e aos sinais apresentados pela própria planta;
- Rotação de culturas e de adubos verdes (cultivados e espontâneos), evoluindo para a rotação com animais manejados no sistema Voisin, caracterizando um sistema de integração lavoura-pecuária;
- Adição superior a 10 toneladas de fitomassa (Massa Seca) por hectare e por ano nos planos de rotação;
- Revolvimento do solo restrito às linhas de plantio ou berços de semeadura;
- Manejo dos adubos verdes espontâneos de forma que possam melhorar o sistema, como plantas mais adaptadas às condições locais e sem prejudicar a produção da cultura econômica evoluindo para o plantio direto no verde (objetivando eliminar o uso dos herbicidas);
- Diminuição, até a eliminação, do uso de adubos altamente solúveis e de agrotóxicos;
- Amostragem estratificada do solo para análise química e acompanhamento evolutivo de seus atributos através do perfil cultural do solo.
- Diminuição do custo de produção e ambiental, sem diminuir a produtividade das culturas;

2- O BRÓCOLIS, A COUVE-FLOR E O REPOLHO

As informações contidas nesta seção são resumos e adaptações em grande parte do livro de Geoffrey R. Dixon (2007) e de revisão bibliográfica. Compreender as origens e os cruzamentos das brássicas envolve uma viagem biológica fascinante ao longo do tempo, observando populações de plantas selvagens acasalando e formando híbridos estáveis. Diversidade genética e flexibilidade são características de todos os membros da família Brassicaceae (anteriormente classificada como crucífera), com evidência de que muitos dos selvagens de *Brassica* spp. e seus familiares próximos habitam regiões costeiras e ambientes áridos em meio a rochas e desertos desde a China, Japão, Paquistão, Índia, Irã, Iraque, Palestina, Síria, Etiópia, Quênia, Egito, Europa e toda Costa Mediterrânea que abrange o norte africano e sul europeu.

A humanidade levou os pais selvagens e sua descendência híbrida, refinando-os pela seleção e combinação, sempre objetivando maiores colheitas para o abastecimento mundial de alimentos, chegando às três espécies híbridas de particular interesse como ancestrais das brássicas cultivadas: 1) *Brassica carinata* (n = 17) foi formado a partir de *B. oleracea* (n = 9) e *B. nigra* (n = 8). Esta espécie é caracterizada pelo

crescimento lento e constante sendo domesticados em áreas de planalto da Etiópia e mais ao sul do Quênia. Os agricultores locais as cultivam em “jardins de couve” como fonte de legume e óleo. 2) *Brassica juncea* (n = 18) é um híbrido entre *B. rapa* (n = 10) e *B. nigra* (n = 8) (Fransden, 1943), sendo a *B. juncea* cultivada como fonte de óleo vegetal tendo importância na Índia, enquanto em toda a Ásia, especialmente na China e no Japão, a planta tem uma grande diversidade de formas de cultivo e são utilizados como legumes básicos de imensa importância na dieta. 3) *B. napus* (n = 19), este híbrido tem formas selvagens na Suécia, Dinamarca, Holanda e Reino Unido. É desenvolvido a partir de *B. rapa* (n = 10) e *B. oleracea* (n = 9). Este híbrido pode ter formado cultivares da *B. oleracea* que expandiu seu habitat ao longo da costa do norte da Europa e a *B. rapa* expandindo nas regiões do Irã.

A notável diversidade de couve-flor (*B. oleracea* L. var. *Botrytis* L.) e de brócolis (*B. Oleracea* L. var. *Italica* Plenck) desenvolvido na Europa podem ter origem de variedades da Itália que evoluíram a partir de germoplasma do mediterrâneo oriental, introduzido na época romana. Nos últimos 400 anos a couve-flor se espalhou da Itália para a Europa central e do norte, que se tornaram centros secundários importantes da diversidade para as couves-flores anuais e bienais agora cultivadas em todo o mundo em clima temperado. A couve-flor, adaptada às condições tropicais quentes e úmidas, evoluiu na Índia durante os últimos 200 anos a partir de couve-flor bienal trazida da região britânica por comerciantes e colonizadores ingleses. A couve-flor é uma erva anual ou bienal, com 50-80 cm de altura na fase vegetativa e 90-150 centímetros quando na floração. O sistema radicular é fortemente ramificado, concentrando-se nos primeiros 30 cm do solo, com laterais grossas penetrando nas camadas mais profundas. O caule é ramificado, de 20-30 cm de comprimento e engrossando a partir da base para cima. As folhas são em roseta com 15-25 unidades, de formato grande, oblonga e eretas que cercam a cabeça compacta composta de flores. Normalmente as gemas laterais não se desenvolvem nas axilas das folhas. As folhas são revestidas com uma camada de cera, possuem cor variando do cinza para o azul-verde composta por “nervuras” na cor esbranquiçada. As folhas variam a partir de duas formas básicas onde uma tem bordas curvas, é curta e larga (40-50 cm por 30-40 cm) e outra com bordas lisas, é longa e estreita (70-80 por 20-30 cm). A cabeça é constituída por uma cúpula de meristemas florais que vai da cor branca ao creme com numerosos pedúnculos curtos e carnudos que possuem uma estrutura que varia da frouxa para muito sólida, da achatada para a forma globular com diâmetro de 100-400 mm. As folhas jovens podem envolver a inflorescência até um estágio muito avançado de desenvolvimento. O pendoamento na couve-flor pode ser composto por várias hastes florais.

O brócolis que se tornou popular no norte da Europa do século 18 é uma palavra derivada do latim *brachium*. Quando composto por vários “brotos” de flor com cor verde, roxo ou branco é denominado de “brócolo”. Brócolis com uma única cabeça verde foi introduzida na América por imigrantes italianos no início do século 20, tornando-se popular no Brasil a partir dos últimos 30 anos.

As civilizações antigas utilizavam diversas variedades de repolho e estes provavelmente foram refinados em domesticação no início da Idade Média no noroeste da Europa como parte importante da dieta humana, na medicina e como forragem animal. Sugere-se que os seus progenitores foram as couves selvagens (*B. oleracea*) que são encontradas nas margens costeiras da Europa Ocidental, especialmente a Inglaterra e a França. Os romanos descreveram métodos para a preservação do repolho feito nas colônias, como o chucrutes que se tornou fonte importante de vitaminas no inverno e em longas viagens marítimas. Foram sendo selecionadas as plantas de couve com folhas próximas uma das outras ao longo da haste e sobrepondo-se para formar uma cabeça compacta, com coração rodeado por folhas jovens. A cabeça possui forma esférica, achatada ou cônica, com folha lisa ou ondulada. A produção de sementes de repolho é relativamente simples proporcionando um grande número de variedades regionais e locais que foram selecionadas para as características climáticas e de manejo particulares. A partir do século 16 em diante, os colonizadores europeus introduziram repolhos em todo o mundo. Imigrantes escandinavos e alemães introduziram repolho na América que iniciou seu cultivo nas regiões tropicais restrito a áreas de altitudes e nas estações mais frias. A maioria dos cultivares são híbridos F1 provenientes de um grupo circunscrito de plantas com parentesco próximos.

A pequena erva de *Arabidopsis thaliana* tornou-se uma fonte para a biologia molecular, por apresentar ciclo rápido de desenvolvimento, sendo importante ferramenta de ensino e pesquisa. Incentivou estudos que elegeram as brássicas como alimento funcional e com papel na luta contra o câncer e doenças coronárias. Constitui boa fonte de vitaminas A, C, D, complexo B, potássio, fósforo, sódio e ferro. No Quadro 1, estão apresentados alguns valores nutricionais do brócolos.

QUADRO 1 - Conteúdo de energia, água, fibras, minerais e vitaminas, presentes em 100 g de flores de brócolis

Energia (cal)	Água (g)	Fibras (g)	Cu (mg)	S (mg)	Mg (mg)	Mn (mg)	Zn (mg)	K (mg)
29,4	90,7	3.8	0,04	---	25	0,2	0,4	325

Na (mg)	Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)	Vitamina A (µg)	Tiamina A (µg)	Riboflavina (mg)	Ac. Ascórbico (µg)
27	400	15	70	350	54	350	83

FONTE: Luengo et al. (2000).

Os atributos ao bem estar e à saúde proporcionados pelas brássicas se encontram em suas habilidades para reduzir a incidência de câncer humano e as doenças coronárias quando consumidas em longo período de tempo, como parte de uma dieta. A este respeito, há interesse especial pelo brócolis devido ao seu conteúdo em sulphorathane que está associada com a redução de espécies de oxigênio reativo em tecidos e pode proporcionar proteção contra o câncer e as doenças coronárias. Anteriormente, este gênero era

evitado pelo consumidor em grande parte devido à presença de aminoácidos contendo enxofre, que liberava odores inaceitáveis quando cozido e podendo ser ligeiramente tóxico.

Os benefícios à saúde estão relacionados com o seu conteúdo de glucosinolatos. Estes são um grupo de metabolitos secundários à base de enxofre que estão presentes em pelo menos 16 famílias das plantas dicotiledôneas (Fahey et al., 2001). Couves selvagens e domesticadas contêm mais de 100 formas diferentes da molécula de glucosinolatos e todos eles possuem uma estrutura básica composta por três partes: um grupo β -D-thioglucoose, um radical sulfonado e uma cadeia lateral variável. Muitas couves comuns, couve de Bruxelas e brócolis contêm todas as três porções. Eles permanecem inativos em células intactas, mas os danos são ocasionados pela enzima mirosinase que decompõe o glucosinolato em diversos produtos, como as nitrilas e isotiocianatos. Estas são as fontes de sabores amargos e picantes das brássicas. Sua função original pode ter sido a de defesa natural contra alguns insetos e vertebrados.

Há um crescente corpo de evidências epidemiológicas e experimentais mostrando que o consumo de brássica reduz especificamente o risco de câncer no pulmão humano e trato intestinal (Chu et al., 2002; Lester, 2006). As evidências sugerem, por exemplo, que sulphorathane, um isotiocianato presente no brócolis, auxilia na desintoxicação de substâncias cancerígenas. Outras substâncias presentes no agrião ajudam a excretar agentes tóxicos do tabaco, enquanto outro grupo inibe a proliferação de células cancerosas.

Estes glucosinolatos são altamente instáveis, seus benefícios para a saúde dependem de muitas variáveis relacionadas à ingestão e metabolismo seguindo uma série de fatores que afetam as suas concentrações durante seu cultivo, colheita, armazenamento e processamento. Estudos laboratoriais recentes, utilizando planta de *B. rapa* sugerem que as influências do zinco no teor de glucosinolatos, dá gosto amargo com propriedades medicinais (Coolong et al., 2004). Em algumas culturas, como o repolho vermelho e branco, as concentrações de glucosinolatos permanecem estáveis por vários meses após a colheita.

Quando a transformação pós-colheita causa danos físicos, pode ocorrer a ativação de mirosinase e a liberação de produtos da degradação dos glucosinolatos. Quando as culturas são submetidas a tratamento térmico como o branqueamento de brócolos picado, não haverá redução das concentrações de glucosinolatos. Há evidências de que a fermentação na produção de chucrute ou Kimchi provoca uma perda completa de glucosinolatos.

3- ECOFISIOLOGIA

O brócolis e a couve-flor possuem caule curto composto por folhas jovens e primórdios foliares situadas alternadamente e separadas pela expansão entrenós. Todas as folhas do repolho também saem alternadamente ao redor do caule, porém com a distância entrenós bem mais curta, sendo que as primeiras ficam abertas e as demais fecham-se em torno da gema apical, formando a cabeça. Este estágio vegetativo, de emissão e expansão foliar, é caracterizado como fase juvenil que é seguida pela fase adulta. Neste estágio de desenvolvimento ocorrem a formação do primórdio floral, o florescimento e a produção de semente, fechando o ciclo da planta. É de interesse alimentar nas plantas de brócolis e couve-flor a fase da floração ainda imatura e o repolho é consumido ainda na fase vegetativa anterior a emissão do pendão floral.

Estas plantas são exigentes em temperatura e luz. A emissão e expansão foliar, a formação do primórdio floral (botão floral) e a iniciação da floração são dependentes da temperatura, acúmulo de fotoassimilado e da nutrição, em especial do nitrogênio.

3.1- O Clima e a Fisiologia do Desenvolvimento

As informações contidas nesta seção são resumos e adaptações em grande parte do livro de Geoffrey R. Dixon (2007), de revisão bibliográfica e do acompanhamento técnico e resultados das Lavouras de Estudos e experimentos em SPDH. A fisiologia descreve e mede os processos genéticos de crescimento e reprodução e relaciona estes a fatores ambientais, como temperatura, radiação, fotoperíodo e disponibilidade de nutrientes. Ele se esforça para compreender a interação entre genótipo e ambiente. Fisiologia da produção tem significado prático imediato, permitindo a previsão das taxas de crescimento e maturidade afetados pela mudança nos padrões de clima e outros eventos. Cada vez mais o conhecimento detalhado das fases de crescimento da planta e sua alteração pela temperatura está permitindo horticultores planejar e prever datas de plantio e colheita.

Para muitas culturas, a utilização de valores de temperatura acumuladas acima do mínimo necessário,

fornece uma escala de tempo pelo qual pode-se acompanhar a cultura do plantio até à maturidade. Este método só é aplicável quando a velocidade do desenvolvimento é uma função linear com a temperatura (Monteith, 1981). Em gramíneas, por exemplo, a taxa de aparecimento de folhas e o relacionamento com o tempo para ocorrer a antese (florescimento) está linearmente relacionada com a temperatura (Gallagher, 1979). Aparecimento de folhas em algumas dicotiledôneas como a beterraba (Milford et al., 1985), também está relacionada com a temperatura. Lamentavelmente, a previsão do desenvolvimento das brássica relacionado ao seu ambiente revelou-se menos simples.

Para uma melhor compreensão do crescimento e desenvolvimento em brássica, foi iniciado estudo com a couve de Bruxelas (*B. oleracea* var. *gemmifer*) possibilitando vasto conhecimento sobre as demais plantas deste gênero (Figura 8). As *Brassica* spp. são de fotoperiodismo neutro e a floração é induzida por baixas temperaturas. Em condições de temperaturas altas, as plantas permanecem na fase vegetativa. O grau e rapidez de floração são determinados pela idade da planta e o tempo de exposição ao frio (Stokes e Verkerk, 1951). Nas cultivares de verão, como a maioria dos brócolis e algumas couve-flor e repolho, a vernalização ocorre com temperaturas próximas a 25°C. A maioria das brássicas necessitam de vernalização com temperaturas abaixo de 10°C e precisam que o diâmetro do caule seja no mínimo de 10 mm e de preferência com 15 mm. Antes desta fase a planta pode não responder a temperaturas baixas.

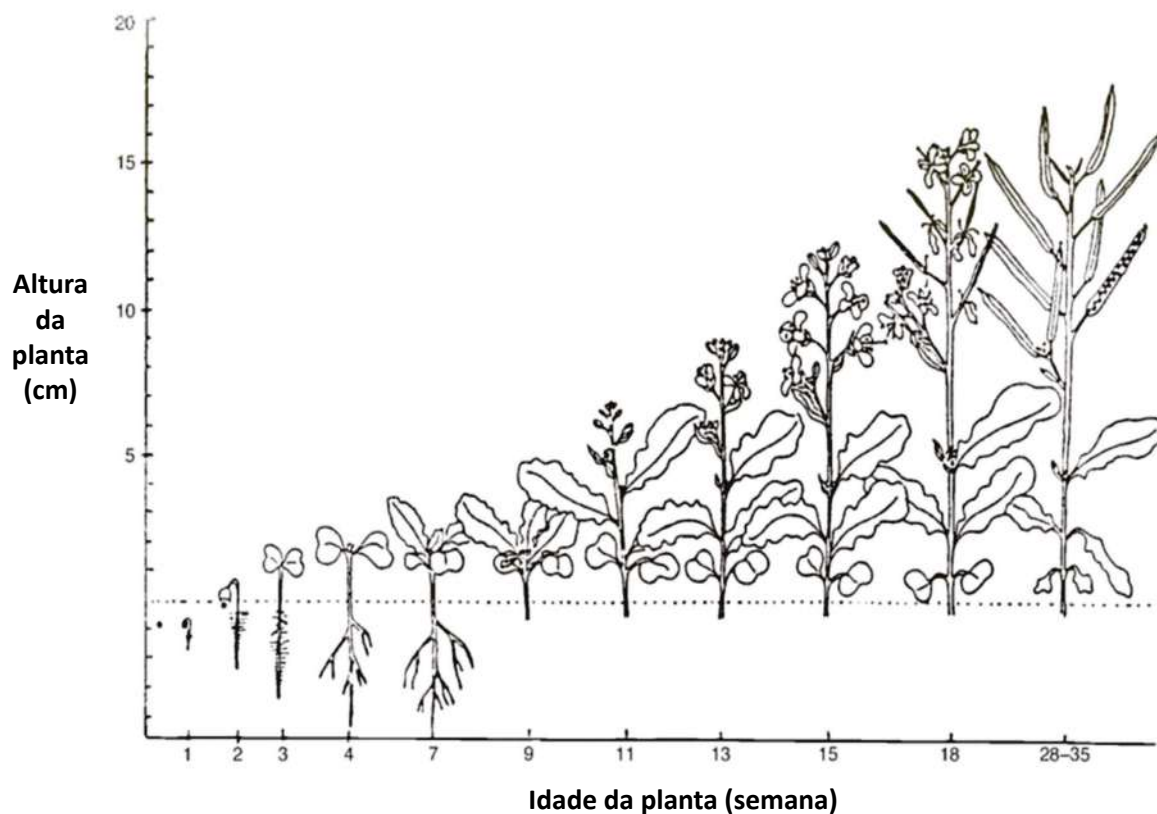


Figura 8- Representação esquemática das fases de germinação, crescimento, florescimento e formação de sementes em população de *Brassica rapa*. (Adaptado de P.H Williams).

Durante a fase juvenil, anterior à emissão do primórdio floral, há acúmulo intenso de matéria seca na haste, tornando-se um órgão de reserva nutricional. A quantidade de biomassa acumulada nas folhas e raízes atinge valores máximos na fase juvenil e depois permanecem constantes ao longo do ciclo cultural. A formação de gemas axilares e alteração da morfologia no ponto de crescimento apical são acompanhadas por acúmulo máximo de biomassa de armazenamento na haste.

A mudança para o estágio floral é acompanhada por alterações na morfologia geral da planta. Isto resulta numa redução do comprimento do pecíolo e produção de folhas, localizadas na parte superior da planta, na forma de cinta longa. Estas folhas têm um ângulo cada vez maior com a haste (Stokes e Verkerk, 1951).

Na primeira fase de crescimento da cultura, a densidade de planta na área de cultivo não tem qualquer influência sobre o número de folhas formadas. Porém, as folhas formadas em densidade elevada ficam menores em relação ao espaçamento mais largo. Índice de área foliar (IAF, área foliar por unidade de área de terreno) atinge valores máximos (5 a 6), até o pendoamento e depois diminui para valores de 1 a 2,5. O desenvolvimento do IAF é mais rápido em plantações do tarde, mas é fortemente influenciado pela densidade de plantio. A couve de Bruxelas pode interceptar até 90% da radiação disponível com IAF entre 3,5 a 3,8. Valores de IAF de 3,5 são alcançados mais rapidamente em plantios nas estações mais quentes. Estratégia mais eficaz do produtor é desenvolver alta IAF o mais cedo possível para interceptar ao máximo a radiação solar.

3.1.1- Couve-Flor (*B. oleracea* var. *botrytis*)

A couve-flor é uma planta de caule curto, composta de folhas jovens e primórdios foliares, situados ao redor de uma gema apical e separados por expansão dos entrenós. As fases de crescimento da couve-flor e brócolis podem ser divididas em oito estágios:

0 = estado vegetativo;

1 = estágio de formação da gema floral;

2= início do estágio de formação da cabeça (iniciação do primórdio da inflorescência);

3 = fase intermediária de formação da cabeça (aumento de primórdios de inflorescência sem botões de flores);

4= fase final de formação da cabeça (nova iniciação de primórdios de inflorescência em torno da inflorescência de primeira ordem);

5 = fase de iniciação dos órgãos florais na flor, formando as sépalas;

6 = fase de formação de pistilo e estame;

7 = formação da pétala;

8 = fase de alongamento da pétala.

Normalmente, o ponto de colheita da cabeça da couve-flor e brócolis corresponde ao primórdio da inflorescência que não se desenvolveu além do estado de protuberância primário (estágios 3 e 4). Seguido pelo amadurecimento, com o alongamento do pedúnculo da inflorescência e o desenvolvimento do botão floral com as sépalas, estames e pistilos (estágios 5, 6, 7 e 8).

A cabeça madura é composta por uma única haste de flor e numerosas inflorescências que se ramificam várias vezes. Existem numerosos primórdios de inflorescência em um estado de protuberância primário sobre a superfície de uma cabeça de couve-flor e brocolis.

O desenvolvimento da planta, do plantio da muda até a colheita, pode ser dividido em três fases distintas fisiologicamente que respondem de forma diferente a temperatura ambiental: a juvenil, indução da inflorescência e inflorescência.

3.1.1.1- Fase Juvenil

Também denominada fase vegetativa, é onde a altura da planta e o tamanho e número das folhas aumentam numa velocidade dependente da temperatura (Figura 9). O fim desta fase é identificado pela iniciação do primórdio floral. Essa mudança morfológica pode relacionar-se a planta ter produzido um número crítico de folhas, e isso varia de acordo com diferentes genótipos (Booij e Struik, 1990). A presença de um número de folhas que varia de 8 a 19, marca o fim do período juvenil em diferentes cultivares. A taxa na qual as folhas são iniciadas não é uniforme e aumenta nos últimos estágios da juvenilidade. Este evento, no entanto, não está ligado ao final do período juvenil de acordo com Booij e Struik (1990). A couve-flor e o brocolis chegam a 'idade fisiológica' antes do aparecimento da cabeça, sendo iniciado na sequência de um período de temperaturas mais baixas.



Figura 9- Fase juvenil ou vegetativa da couve flor.

3.1.1.2- Indução da Formação da Cabeça

Após a juvenilidade, segue uma fase de indução da formação da cabeça (Figura 10) para a qual são necessários temperaturas relativamente baixas. O termo vernalização é por vezes utilizado para descrever a resposta da planta a temperatura, sendo que as condições frias aceleram a iniciação do primórdio floral em brássicas. Wurr et al. (1990a), em estudos ao longo de três temporadas de cultivo, mostrou que nem sempre a planta responde a vernalização para a iniciação floral. Temperaturas amenas da primavera podem retardar a formação da cabeça, mais que as temperaturas altas no verão. Na prática, as altas temperaturas aceleram a formação da cabeça, mas resultam em cabeças pequenas, imaturas e de baixa qualidade



Figura 10- Iniciação do botão floral na couve flor, recoberto por folhas pequenas.

Atherton et al. (1987) mostraram que a iniciação é mais rápida em planta menor, numa fase mais precoce do desenvolvimento, depois de ser exposta a temperaturas de 5 ou 10°C durante 4 semanas. A resposta mais acentuada ao tratamento foi nas cultivares mais precoces onde a temperatura ideal para vernalização foi de 5,5°C (Roberts e Summerfield, 1987).

Temperaturas fora do intervalo de 0 - 22°C são consideradas como inibidor da iniciação dos primórdios florais. Em cultivares de verão, foi necessário tratamento de refrigeração de 0-14°C, apesar do aumento de carboidratos na gema apical durante este período, mostrando que o simples processo de acúmulo de matéria seca não explica o efeito da vernalização.

O efeito imediato da refrigeração é parar a iniciação foliar e o crescimento no ápice, que pode ser explicado pelo desvio do acúmulo dos fotoassimilados para o desenvolvimento do primórdio floral. As temperaturas ótimas de 10-12°C foram relatadas como necessárias para a indução da fase reprodutiva (Wiebe, 1972b). Variações diárias de temperatura, no entanto, parecem ser de pouco significado. Na prática, o número de folhas e a temperatura irão fornecer informações sobre a indução floral relativa a cada cultivar.

3.1.1.3- Fase de Crescimento da Inflorescência

O diâmetro da cabeça aumenta com a temperatura, até um máximo (Wiebe, 1975; Wurr et al., 1990b). Os efeitos contrastantes da temperatura sobre o desenvolvimento em diferentes fases de crescimento são as prováveis causas dos principais problemas encontrados pelos produtores em manter a continuidade da formação da cabeça durante o cultivo no campo (Figura 11). A duração do período de crescimento da inflorescência imatura é relativamente constante, sendo que temperaturas mais baixas aumentam o período de crescimento da inflorescência.

3.1.2- Brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*)

As opiniões variam se o brócolis depende da vernalização para a iniciação da inflorescência, indicando que pode ser uma exigência facultativa. Isto significa que as condições mais frias não aceleram a iniciação

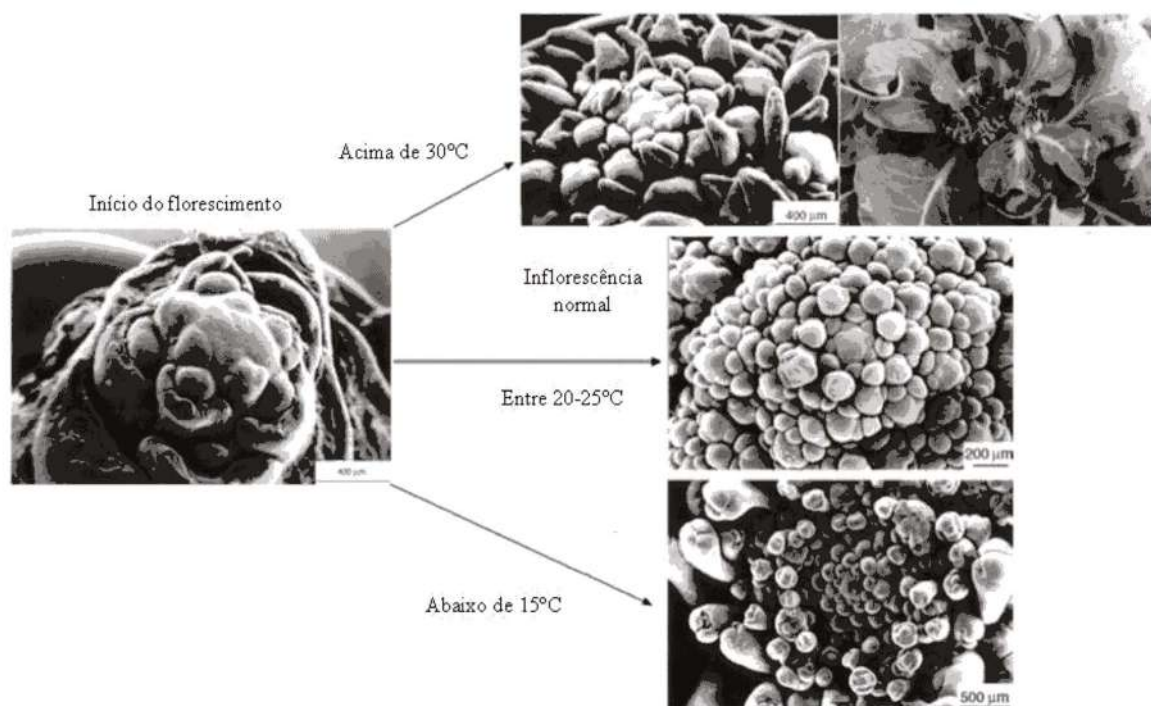


Figura 11- Ilustração de inflorescência onde a couve-flor (*Brassica oleracea* var. botrytis) cv. Snow Queen foi cultivada em várias temperaturas, após a formação da inflorescência (adaptado de Fujima e Okuda).

floral. A temperatura afeta o número de nós produzidos antes da iniciação da inflorescência. Crescimento da cabeça também é afetada pela radiação solar, refletindo nas altas densidades de plantio em que o brócolis é cultivado.

Morfológicamente, o brócolis segue padrões de desenvolvimento semelhantes aos da couve-flor, ou seja, juvenil, indução cabeça (iniciação) e fases de crescimento da cabeça (Figura 12). A iniciação floral requer o desenvolvimento de pelo menos 14 folhas. Períodos com temperaturas elevadas aumenta o período para atingir este número de folhas. Há um forte efeito de genótipo e algumas cultivares não são adequadas para alta temperatura, o que resulta em malformação da cabeça. O número mínimo de folhas necessárias antes da iniciação floral pode indicar a duração da fase juvenil em diferentes cultivares de brócolis. O número total de folhas iniciadas no ápice da haste está diretamente relacionado ao número de folhas visíveis (isto também se aplica a couve-flor). Isso fornece um meio de determinar as fases de crescimento da cultura no campo, contando folhas visíveis (Figura 13).



Figura 12- Ciclo do brócolis, da muda até a floração.



Figura 13- Iniciação floral em brócolis.

Em brócolis a iniciação da inflorescência e seu espessamento podem progredir com a floração. Assim, os botões de flores de brócolis chegam à fase de formação de pétala antes do ponto de colheita.

A couve-flor possui um mecanismo que impede a progressão de botão de flor durante a formação e espessamento da cabeça. A inflorescência do brócolis é composta por órgãos semelhantes aos da couve-flor, mas o seu desenvolvimento progride de forma diferente. Isto significa que a qualidade da inflorescência do brócolis, tal como definido pela retenção de um estágio verde totalmente subdesenvolvido é mais difícil de preservar. Amarelecimento da inflorescência resultante do aparecimento de sépalas acontece muito mais rapidamente do que em couve-flor. A cabeça é colhida pouco antes das flores abertas. A radiação solar regula o crescimento da cultura e também afeta na precocidade da colheita. Não há relatos de comprimento do dia (fotoperíodo) que afetam o desenvolvimento do brócolis. Para brócolis, o crescimento cessou a uma temperatura de 0°C.

3.1.3- Repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)

A previsão da maturidade de cabeça do repolho, usando métodos de acumulação de unidade de calor sugerido por Isenberg et al. (1975), não foi aceita para uso prático. Estimativa de maturidade ainda permanecem subjetiva e empírica, com base em avaliações visuais e testes de firmeza com o dedo (Figura 14). O repolho responde a temperaturas indutivas na germinação, aparentemente não há na fase juvenil nenhum indício de iniciação floral quando a vernalização está concluída. O repolho necessita de temperatura mínima de 18°C para reduzir o florescimento no campo. Os processos de vernalização e extensão do ponto de crescimento são controlados separadamente. Sabe-se que o alongamento do caule pode ocorrer sem a formação de flor. O florescimento também é incentivado por dias longos.

3.2- Influência da nutrição

A manipulação do fornecimento de nitrogênio inorgânico para as plantas de couve-flor e brócolis pode substituir a refrigeração e restringir o crescimento em termos de área foliar e tamanho do pecíolo. Em



Figura 14- Estimativas de maturidade ainda permanecem subjetiva e empírica, com base em avaliações visuais e testes de firmeza com o dedo.

temperaturas altas, a deficiência de nitrogênio retardou a iniciação floral e aparecimento de folhas. Restrição de nitrogênio não afetou a taxa de vernalização na presença de frio indutivo. Limitação de nitrogênio reduz os teores de biomassa da gema apical e das folhas jovens.

3.3- Influência do Teor de Carboidratos

Os hidratos de carbono têm sido associados com os processos de vernalização. Eles aumentam na gema apical enquanto o processo avança. Atherton et al. (1987) postulou que a alocação de sacarose na gema apical de couve-flor intacta pode substituir parcialmente o estímulo da baixa temperatura na iniciação da inflorescência. Eles sugeriram que os eventos que levam à iniciação da inflorescência em couve-flor

incluem a redistribuição preferencial de hidratos de carbono para a gema apical à custa de folhas jovens, primórdios foliares e tecidos adjacentes.

Desenvolvimento da inflorescência em couve-flor e brócolis é um evento distinto do processo de crescimento que envolve o acúmulo de matéria seca e aumento da área foliar. Para ambas as culturas, modelos que ajudam na previsão da época de colheita existem com base no uso de valores acumulados de tempo térmicos e valores logarítmicos do diâmetro da inflorescência (Salter, 1969; Hand, 1988; Wurr et al., 1990a, b, 1991). Onde é conhecido o diâmetro da inflorescência, então o tempo térmico necessário para a maturidade pode ser estimado utilizando temperaturas médias obtidas a partir de registros meteorológicos para uma determinada localidade.

3.4- Influência do Genótipo

Mais recentemente, Pearson et al. (1994) tentaram formular modelos que preveem o tempo necessário para a iniciação da inflorescência e da taxa de crescimento no verão e outono de couve-flor e brócolis. Temperatura ótima para o crescimento da inflorescência variou com o genótipo, como relatado por Wurr et al. (1990b), que deriva de um modelo de regressão com base na constante de tempo térmico entre o início da inflorescência e a obtenção de seu diâmetro específico.

Na safra onde o plantio é no final de verão há maior número de folhas na fase juvenil. As primeiras evidências produzidas por Wellington (1954) identificaram uma correlação empírica entre o início da inflorescência com a temperatura durante a fase vegetativa. Quantificação posterior mostrou que a planta mantida acima de 15,6° C manteve-se vegetativa, e o tempo de exposição a condições de calor era cumulativo (Haine, 1959). A razão mais provável para estas variações são as diferenças no tempo de iniciação da inflorescência. Mais recentemente, Wurr et al. (1981b) mostraram que o limite de temperatura abaixo do qual a indução da inflorescência é genotipicamente controlada. Wurr e Fellows (1998) utilizaram duas seleções de couve-flor, mostrando que tanto a luz como a temperatura são importantes reguladores da produção de folhas. O aumento da temperatura durante o crescimento da planta aumentou o período para a iniciação da inflorescência.

3.5- A Produção e Alocação de Biomassa

A base deste capítulo são os resultados dos trabalhos experimentais realizados pela Epagri e UFSC-CCA (Núcleo de agroecologia) em 2012 na unidade familiar dos Schulter, em Anitápolis-SC, onde determinou-se semanalmente o acúmulo e partição de biomassa em brocolis cv. Avenger e do trabalho da equipe de Castoldi et al. (2009) com couve-flor cv. Verona. A planta apresentou aos 35 DAP treze folhas, dos 42 aos 49 DAP quinze folhas, chegando ao máximo de dezenove folhas a partir dos 56 DAP até a colheita. O diâmetro de flor aos 56 DAP foi de 01 cm, chegando na colheita aos 77 DAP, com aproximadamente 17 centímetros.

Durante todo o ciclo analisado, do plantio até a colheita da inflorescência imatura, a planta apresentou acúmulos crescentes de biomassa seca em todos os órgãos chegando ao máximo de 96,7 g.planta⁻¹, aos 77 DAP distribuído na folha com 62,5 g.planta⁻¹ ; no talo com 13,0 g.planta⁻¹ e na flor com 21,2 g.planta⁻¹. A curva de crescimento da planta não apresentou seu ponto de estabilização aos 77 DAP devido a interrupção do ciclo da planta ocasionado pela colheita da inflorescência imatura (Quadro 2).

Quadro 2- Acúmulo semanal de biomassa seca pela planta de brócolis e a alocada na folha, talo e inflorescência, cv Avenger

Parte da Planta	Quantidade de Biomassa Seca da Planta (g.planta ⁻¹)											
	Idade da Planta (dias após plantio)											
	Muda	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
Folha	0,11	0,19	0,54	2,37	3,31	7,93	11,5	23,5	36,4	40,7	49,3	62,5
Talo	0,02	0,05	0,16	0,42	0,61	1,28	1,74	3,32	4,68	6,64	9,28	13,0
Inflorescência	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	1,13	3,68	21,2
Total	0,13	0,25	0,70	2,79	3,93	9,21	13,2	26,8	41,2	48,4	62,3	96,7

Observa-se que o crescimento da planta acumulou quantidade de massa seca em três fases distintas: a primeira até os 21 DAP com 2,79 g, equivalendo a 2,9% do total acumulado de massa seca. Na segunda fase, entre 21 e 49 DAP, acumulou 24,01 g equivalendo a 24,8% do total e a última fase, entre 49 e 77 DAP, acumulou 69,9 g equivalendo a 72,3% do total de massa seca acumulada até a colheita da cabeça de brócolis (Figura 15).

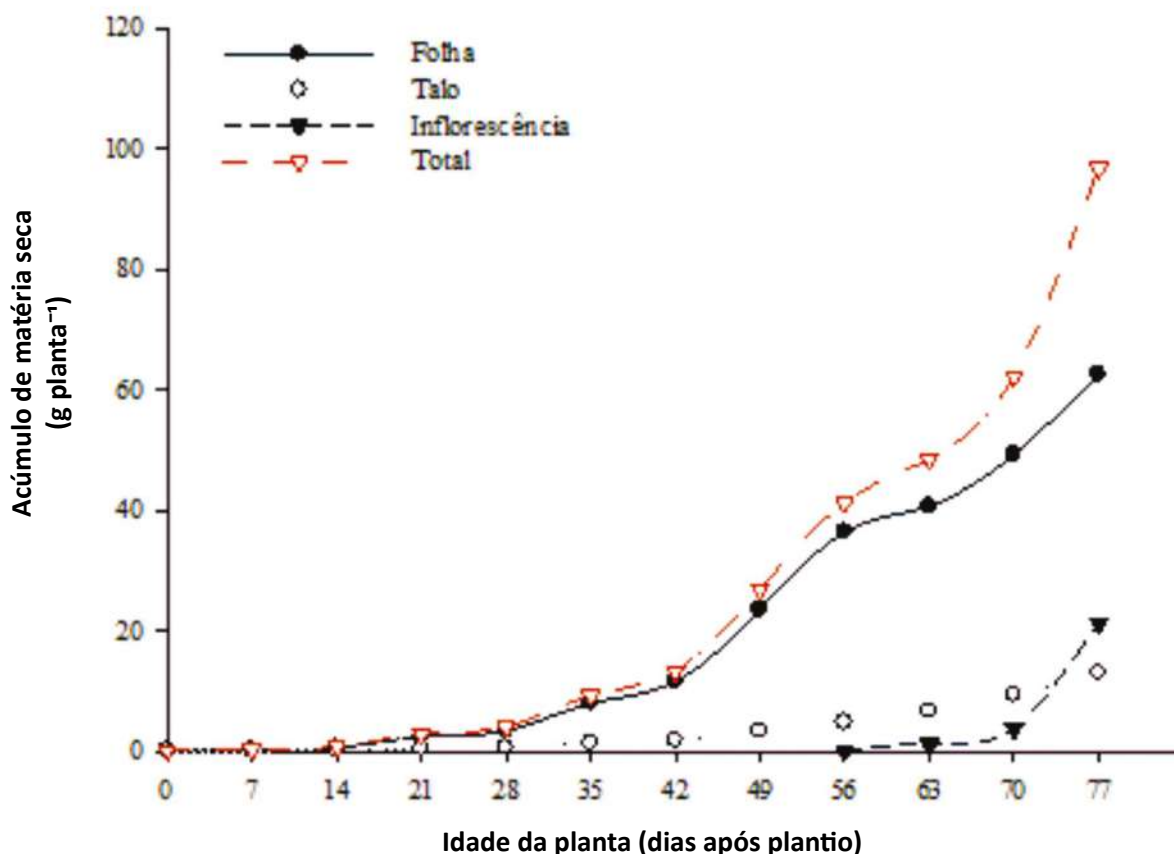


Figura 15- Acúmulo semanal de biomassa seca pela planta de brócolis e a alocada na folha, talo e inflorescência, cv Avenger.

A dinâmica de crescimento da couve-flor, cv. Verona, é semelhante ao do brócolis que acumulou continuamente massa seca ao longo do seu cultivo que foi até a colheita da cabeça aos 69 DAP, chegando ao máximo com o total de 283 g. Esta biomassa foi distribuída no caule com 23 g.planta⁻¹, nas folhas com 175 g.planta⁻¹ e na cabeça com 90 g.planta⁻¹. Neste período, a planta aumentou o IAF até a colheita com o valor de 4,243 cm² cm⁻², índice maior que em repolho onde o melhor IAF para a cultura foi de 2,88 cm² cm⁻², encontrado pela equipe de Aquino (2005).

4- A PRODUÇÃO DE MUDAS E PLANTIO

Faltam conhecimentos em produzir muda com tecido forte e completo, assim como definir o que é saúde em muda (Figura 16). Outro tema é se o acondicionamento da semente e da muda melhora sua saúde? Estas e muitas outras questões serão necessárias para orientar na produção de tecnologia para esta atividade

fundamental no cultivo da futura planta com suas fases de crescimento e desenvolvimento, conduzida em sistema de transição para uma agricultura limpa. Vale salientar que a produção de muda nesta lógica ainda é embrionária.



Figura 16- Mudas de brócolis sendo acondicionada à alta luminosidade solar e deficiência de água.

4.1- A Produção de Mudas

A semente pode ser proveniente de produção própria ou adquirida no comércio. Normalmente, gastam-se de 160-200 g, 180-200 g e 250-350 g de sementes para produzir mudas para um hectare de brócolis, couve-flor e repolho, respectivamente. É prática comum entre os agricultores que produzem muda própria semear em bandeja de 200 células e alocar uma semente em cada célula e em abrigo plástico (Figuras 17 e 18). Geralmente utilizam substrato comercial e aplicam mais de uma vez nitrogênio em cobertura



Figura 17- Marcador e semeador manual para bandeja com substrato.



Figura 18- Desenvolvimento de mudas em abrigo plástico.

para que a muda cresça rapidamente e obtenha cor verde acentuado. A dúvida é se esta muda é saudável e se ela produzirá planta adulta com saúde? A bandeja deve ser lavada e imersa em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 30 minutos e lavada novamente. Utilizar um substrato, para preencher as células da bandeja, que contenha todos os nutrientes que a muda necessite para sua “plena formação”. Voltando à dúvida anterior, faltam estudos para determinar a taxa diária de absorção de todos os nutrientes pela muda com a finalidade de disponibilizar nutrientes segundo a dinâmica de seu crescimento (Figura 19).



Figura 19- Desenvolvimento da muda até idade de plantio, sendo que as da direita apresentam retranslocação de nutrientes das folhas cotiledonares e as mudas da bandeja a esquerda sem retranslocação em massa de nutrientes. Estas mudas estão bem nutridas.

Enquanto este aprofundamento não está disponível, adaptamos os dados experimentais dos trabalhos da Equipe do SPDH, exposto no Quadro 3, indicando as quantidades de nutrientes que devem estar disponíveis para a muda. Estes nutrientes podem compor o substrato de cada célula da bandeja e, se necessário, complementar os nutrientes no substrato ou via pulverização foliar.

Quadro 3- Conteúdo de nutrientes em mudas de brócolis com quatro folhas definitivas.

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
mg.planta ⁻¹					µg.planta ⁻¹				
4,48	0,24	1,10	0,85	0,08	10,98	34,93	4,77	1,39	1,90

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

Muda de brássica desenvolvida em bandeja, forma um sistema radicular fasciculado e na semeadura definitiva é mantida sua pivotante, que pode chegar a mais de 1 metro de profundidade e, conseqüentemente melhorar a capacidade de suprir seu principal dreno, evitando estresse nutricional e hídrico. As mudas estarão prontas para o plantio quando emitirem a quarta folha verdadeira. Essa muda deve ser plantada de forma que as folhas cotiledonares sejam cobertas pelo solo (nestes pontos há emissão de raízes).

4.2- A Mecanização para o SPDH

Há alta variabilidade topográfica, tamanho da área cultivada, diversidade de cultivo e criação e quantidade de matéria seca sobre o solo nos terrenos da agricultura familiar. Fatores que pedem equipamentos apropriados a cada realidade, dificultando a atual estrutura industrial atender tal diversidade. Culturalmente, a maioria dos agricultores familiares deixaram de construir e adaptar máquina e implemento em oficina

própria ou comunitária, abrindo espaço a políticas públicas para adquirir máquinas e implementos fabricados para a realidade da média e grande propriedade.

Mesmo assim, há implementos fabricados e adaptados pelos trabalhadores envolvidos no SPDH, por agricultores independentes e por pequenas indústrias, que tem dado conta de boa parte desta demanda (Figuras 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26). Objetivamente, a composição destes equipamentos de tração humana, animal, microtrator e trator é a roda guia, disco de corte e facão sulcador. A roda guia que pode ser dupla ou simples e tem por objetivo regular a profundidade de trabalho no solo e firmar a palha para facilitar o trabalho de corte do disco. Na roda dupla, o disco de corte fica entre elas e localizado logo atrás e quando é utilizada a roda simples ela é montada, geralmente, na frente do disco (Figuras 21 e 22). O disco tem por objetivo cortar a palha e para cada trabalho há diversos tipos e tamanhos, sendo o mais indicado o corrugado com 17” de diâmetro. O facão deve cortar o solo com profundidade regulada e seu trabalho é de romper as fraturas naturais do solo facilitando a alocação do fertilizante e da muda. O conjunto de peças que compõem o equipamento deve colaborar na construção do berçário adequado ao desenvolvimento da muda como o facão com o dedo de ema. Esta peça tem a função de romper o solo debaixo para cima nas fraturas contidas na sua estrutura, sem ocasionar alisamento da parede (Figura 26).



Figura 20- Implemento com tração micro-trator desenvolvido por Valdenésio da Silva e irmãos, Alfredo Wagner-SC.



Figura 21- Implemento de tração animal, adaptavel ao trator, sulcador, disco 16" e duas rodas guias para regular profundidade e trabalhar com o disco o corte da vegetação.



Figura 22- Implemento de tração animal, para agricultura de montanha, composto por duas rodas guias, disco de corte e sulcador, desenvolvido com lavoureiros de mandioquinha salsa da comunidade de Rio Fortuna, Angelina-SC.



Figura 23- Implemento tracionado por trator, com disco de corte de 17" e facão com "dedo de ema", podendo trabalhar até com três linhas. Sua ampla regulação entre sulcos serve às brássicas, solanáceas e cucurbitáceas, fabricado com a Fitarelli.



Figura 24- Implemento tracionado por micro-trator, equipado com disco de corte corrugado, facão e distribuidor de semente e fertilizante, fabricado pela Marcassio.



Figura 25- Implemento tracionado por trator para semeadura direta e preparo do berçário para o plantio de mudas, principalmente em canteiros, fabricado pela Gihal, Carazinho - RS.



Figura 26- Implemento tracionado por trator, com disco corrugado e facão com “dedo de ema” desgastado.

4.3.- Preparo da Área para Plantio

Para iniciar o sistema de plantio direto de hortaliças é recomendado levantar e realizar algumas tarefas, como: 1) amostragem do solo para análise química, 2) identificar a existência de camada compactada no perfil do solo, 3) sistematizar o terreno e 4) semear o coquetel de adubos verdes para posteriormente rolagem e plantio. A amostragem estratificada do solo deve ser entre 0 a 10 cm e 10 a 20 cm para análise química e efetuar as correções necessárias de pH, seguidas pelas de fertilizante fosfatado e potássico. Também é necessária a avaliação da estrutura do solo para identificação e eliminação de possíveis camadas compactadas.

Recomenda-se a abertura de trincheira de 30 x 30 x 30 cm e uso de faca com ponta fina para avaliar a compactação. A avaliação também pode ser seguida da observação da presença de camada que dificulte e/ou impeça o enraizamento das culturas em profundidade. Para eliminação da camada compactada é recomendado o uso do escarificador ou equipamento que atinja adequadamente a camada a ser rompida. Os subsoladores normalmente trabalham a profundidades superiores a 30 cm e fica difícil atingir adequadamente as profundidades entre 12-25 cm, onde comumente se encontram o pé de grade e/ou arado. Partir para a sistematização do terreno que atenda o plantio, tratos culturais e colheita das culturas e adubos verdes contidas no plano de rotação, sendo mais utilizado na forma de camalhão (Figura 27), canteiro (Figura 28) e no liso (Figura 29). Sempre que possível sistematizar o terreno no “liso” por facilitar o manejo do adubo verde com o rolo-faca, do mato com a roçadeira costal e a rotação de culturas e adubos verdes com animais manejados no Voisin.

Na sequência deve-se realizar a semeadura das plantas de cobertura solteiras ou consorciadas para produzir o tapete de palha sobre a superfície e todos os benefícios do sistema radicular em melhorar a estrutura e a injetar carbono no perfil do solo. Os adubos verdes devem ser manejados com rolo-faca no momento próximo ao de grão pastoso. Para algumas culturas que requerem maior movimentação de pessoas e máquinas na área de cultivo, o ponto de rolagem do adubo verde pode passar desta recomendação, tornando o material mais fibroso e consequentemente aumentando o tempo de cobertura do solo. **Bem, está tudo preparado para confeccionar o berçário.**



Figura 27- Aveia em área sistematizada com camalhão. Angelina-SC, 2013.



Figura 28- Rolagem do adubo verde em área sistematizada em canteiro para plantio de alface e bráscas. Angelina-SC, 2013.



Figura 29- Área sistematizada no liso com planta espontânea de papuã (*Brachiaria plantaginea*), Anitápolis – SC, 2014.

4.4- Preparo da Berçário

Entende-se por berçário o local onde a muda será plantada e sua finalidade é de minimizar ao máximo as condições deletérias dos fatores estressantes para o desenvolvimento da planta. Basicamente, o berçário é na forma de sulco construído após acamamento dos adubos verdes com o uso do rolo-faca (Figura 30 e 31). O berçário é construído com o uso de implementos de tração animal, micro-trator e trator. Basicamente é constituído pelo disco de corte com 17” de diâmetro e facão com o dedo de ema, para romper o solo debaixo para cima nas fraturas contida na sua estrutura, sem ocasionar alisamento da parede. Nesta mesma operação é alocado o adubo orgânico e o fósforo na quantidade contida no Quadro 4.



Figura 30- Acamamento dos adubos verdes com o rolo-faca. Ituporanga, SC, 2007.



Figura 31- Implemento adaptado na rotativa e acionado na tomada de força do micro trator, composto por disco de corte, para manejar adubos verdes como a mucuna.

Quadro 4- Quantidade de fósforo e adubo orgânico para composição do berçário, em grama por metro de sulco.

Teor de P_2O_5 e M.O.	Quantidade (grama. metro linear de sulco ⁻¹)	
	P_2O_5	Cama de Aves
Baixo	30	350
Médio	20	250
Alto	10	150

Devemos trabalhar na perspectiva de chegar ao berçário com terra de estrutura granular estável, alcançada com PD consolidado. Com a superfície do terreno coberto com palha e planta verde, para evitar excesso e falta de água e grande variação na temperatura do solo, facilitar a troca gasosa com ênfase na velocidade de difusão do oxigênio e disponibilizar quantidade dos nutrientes segundo as taxas de crescimento da planta, evitando condições de alta salinidade, são condições primárias para a muda desenvolver com saúde (Figura 32).



Figura 32- Berçário com cobertura de milho possibilitando certo conforto a planta juvenil.

Recomenda-se plantar a muda na profundidade das folhas cotiledonares, cobrindo com terra e pressionando no entorno das raízes para agilizar e uniformizar o arranque da muda (Figura 33 e 34), evitando problemas com plantas espontâneas.



Figura 33- Profundidade de plantio das mudas que deve cobrir as folhas cotiledonares.



Figura 34- Plantio manual com implemento conhecido por matraca ou saraquá, Angelina - SC, 2014.

4.5- Critérios para Escolha de Espaçamento de Plantio

Em culturas de couve-flor e brócolis, os resultados mostram que com o aumento do espaçamento na forma retangular, onde há diminuição do espaçamento na linha de plantio e aumento da entre linha, a produtividade das culturas diminuíram (Chung, 1982). Isso indica que é mais vantajoso para o cultivo em uma formação quadrada, em vez do padrão retangular (Salter et al., 1984; Sutherland et al., 1989). Modificação nas densidades populacionais de plantas é usada para controlar o peso e tamanho da cabeça do repolho e da inflorescência em couve-flor e brócolis. A tendência é das maiores densidades diminuírem o tamanho e o peso e aumentarem a produtividade, até certo ponto. O espaçamento varia substancialmente dependendo do manejo da cultura (época de plantio, quantidade e parcelamento da adubação, etc), da localização e do genótipo. Por exemplo, cultivares de verão requerem menores espaçamentos em comparação com as cultivares de outono-inverno.

Entre nossos lavoureiros de brócolis normalmente utilizam-se os espaçamentos de 0,4 a 0,5 x 0,7 a 0,8 m e para couve-flor e repolho o espaçamento de 0,5 a 0,6 x 0,8 a 0,9 m (Figuras 35 e 36). É possível utilizar os espaçamentos maiores entre linhas e menores entre plantas objetivando manejar o mato com a roçadeira costal. Porém, a tendência dos lavoureiros mais experientes é adotarem espaçamentos mais quadrados (Figura 37). Neste caso, para brocolis tem-se utilizado o espaçamento 0,5 x 0,5 m e para repolho e couve-flor o espaçamento de 0,7 x 0,7 m. Experimento recente com repolho de verão cv Kenzan, conduzido na UFV pela equipe de Leonardo A. de Aquino (2005), concluíram que o aumento das doses de N aumentou o peso e tamanho da cabeça, enquanto a redução do espaçamento diminuiu o peso da cabeça do repolho colhido.

Os espaçamentos utilizados no experimento foram de 80 x 30; 60 x 30 e 40 x 30 cm e as doses de N foram de 0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹. Encontraram no espaçamento 40 x 30 cm e na dose 253 kg ha⁻¹ a melhor combinação para atender as exigências do produtor e do consumidor.



Figura 35- Espaçamento retangular ou com objetivo de manejar as plantas espontâneas com roçadeira costal

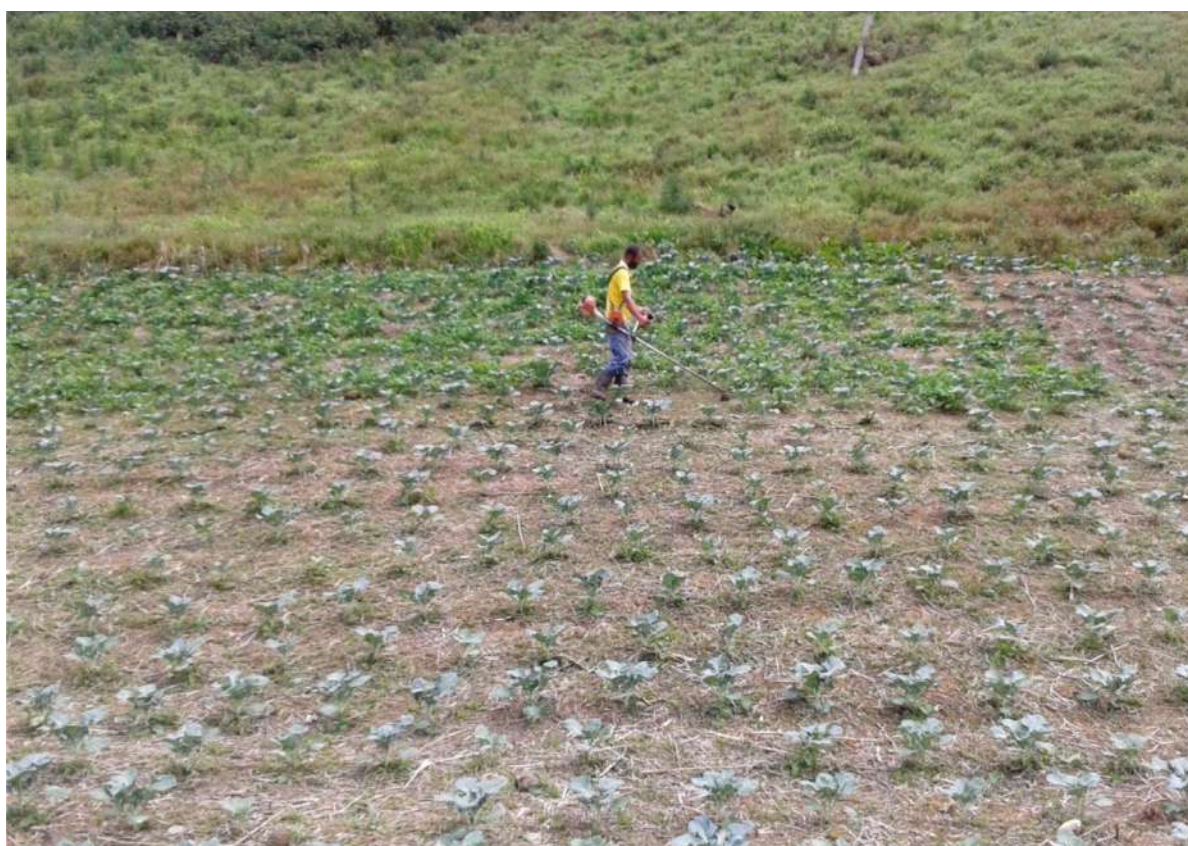


Figura 36- Espaçamento possibilitando o manejo das plantas espontâneas com roçadeira costal.



Figura 37- Associação de espaçamento mais quadrado, quantidade de biomassa e sincronização da rolagem dos adubos verdes e plantio da muda desfavorecem as plantas espontâneas até colheita e, conseqüentemente a eliminação do herbicida.

Praticam-se plantios com duas linhas, principalmente na Europa, no espaçamento de 0,4 a 0,5 x 0,5 m distanciadas da outra fileira dupla por 0,7 m. Experiências de campo recentes na Austrália Ocidental (Stirling & Lancaster, 2005) demonstraram que as plantas cultivadas em uma configuração de quatro carreiras produziram significativamente mais do que as plantas cultivadas em uma configuração de duas linhas. Uniformidade de maturação da inflorescência melhorou quando o número de linhas de plantas foi aumentada de dois para quatro. O peso diminuiu significativamente quando a configuração de plantio foi alterada de dois para quatro fileiras. Dentro da configuração de quatro carreiras, houve significativo efeito linear do espaçamento entre plantas no peso médio de cabeça, que diminuiu com o aumento da densidade de plantas. Houve um aumento significativo na diminuição do diâmetro médio de todas as cabeças colhidas por tratamento quando as plantas foram cultivadas em quatro filas em comparação com duas. Esta é uma consideração importante para os produtores de couve-flor e brócolis, pois tem uma grande influência sobre os custos variáveis.

5- FERTILIDADE DO SOLO

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

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

O cultivo das brássicas está associado ao uso intensivo do solo e água, ao plantio sucessivo da mesma cultura na área, às elevadas quantidades de adubos aplicados no plantio, em cobertura e via foliar. Na prática, o uso inadequado tem efeito no aumento da hérnia das crucíferas, na compactação do solo, na erosão hídrica, no desequilíbrio nutricional e, conseqüentemente, na utilização intensiva de agrotóxicos. O solo deve ser considerado como um habitat permanente das comunidades de raízes das plantas e de micro e macrorganismos, e também como reservatório de água, matéria orgânica e nutrientes, o que o torna um meio heterogêneo e complexo. O manejo adequado deste componente do agroecossistema manterá o seu equilíbrio dinâmico evitando desequilíbrios da biota, água, nutrientes, temperatura e difusão de gases, fazendo deste habitat um colaborador na promoção da saúde das plantas e animais.

Nesse sentido, o solo deve fornecer as condições necessárias para o sistema radicular absorver água e nutrientes em quantidades e na época adequada, relacionada com a taxa de crescimento da planta. Por isso, a importância de se ter uma estrutura grumosa, que permita o armazenamento e a drenagem do excesso de água, a adequada velocidade de difusão do O₂, usado na respiração e, por outro lado, manter uma biota em equilíbrio dinâmico, evitando grandes alterações populacionais que poderão afetar a saúde da planta, especialmente, em momentos de estresse.

Práticas como a calagem e a fosfatagem devem ser utilizadas, quando necessárias, para criar condições

de pH e de nutrientes na quantidade adequada à comunidade vegetal e para o desenvolvimento da diversidade populacional da biota. As adubações de base e de cobertura devem ser realizadas segundo o teor de nutrientes no solo e as taxas diárias de absorção de nutrientes, relacionada com os fatores de crescimento e desenvolvimento das plantas. Outro fator importante para a fertilidade do solo é a estrutura do solo e o equilíbrio biológico, sendo que para isso é necessário associar às práticas de SPDH o uso de adubos verdes e consorciar as plantas cultivadas com as espontâneas. À medida que aumenta-se a diversidade vegetal e a biota do solo no sistema, aumenta-se a sua complexidade e, conseqüente, seu equilíbrio dinâmico. É necessário pensar a prática da “adubação de sistema” em detrimento “da adubação de vaso”, também conhecido como adubação localizada.

5.1- Correção da Acidez e dos Teores de Fósforo e Potássio

A recomendação de correção da acidez e do conteúdo de P e de K no solo deve ser orientado com base nos resultados da análise química do solo, tendo como objetivo manter o pH entre 5,5 e 6,0 e elevar os teores de P_2O_5 e K_2O para faixas adequadas, utilizando as doses contidas no Quadro 5, conforme a interpretação dos teores de P e K. No SPDH, recomenda-se a correção do pH e dos teores de P e K na camada 0-10 cm a partir da análise de solo dessa camada. Entretanto, é recomendado realizar amostragem e análise de solo também da camada 10-20 cm e, quando necessário, realizar a correção dessa camada. Nesse caso, as operações de incorporação do calcário, P e K devem ser realizadas antes do plantio do adubo verde e das brássicas. No caso da calagem, quando necessária, deve ser feita aplicando-se a metade da dose recomendada antes da lavração e a outra metade antes da gradagem, no mínimo 90 dias antes do plantio. Porém, os agricultores têm incorporado o calcário usando o escarificador, grade ou enxada rotativa. Esta prática, por não promover uma incorporação eficiente, tem ocasionado uma super-calagem na camada de 0-10 cm e sub-calagem na camada de 10-20 cm, concentrando superficialmente as raízes das culturas de adubação verde, das hortaliças e de importantes plantas espontâneas. Este fato deixa a planta mais suscetível ao estresse hídrico e nutricional, principalmente em estágios fenológicos em que a planta mais necessita de água e nutrientes, diminuindo a sua produtividade e qualidade. Corrigir este erro faz com que o sistema radicular aumente sua capacidade de suprir as necessidades vegetativas e reprodutivas, que são altas. Portanto, é necessário que o sistema radicular seja profundo e extenso para aumentar sua capacidade exploratória, favorecendo a absorção de água e nutrientes.

Quadro 5 – Quantidades de fósforo e de potássio a serem aplicadas ao solo para correção total.

Teor de P e K no solo	Kg P ₂ O ₅ /ha	Kg de K ₂ O/ha
Muito baixo	120	120
Baixo	60	60
Médio	30	30

Informações retiradas do Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004).

Também temos observado, através da análise química do solo e das condições de saúde das plantas, que há altas quantidades de fósforo e potássio nos solos, acumulados principalmente pela sucessiva e excessiva utilização da cama de aves e adubo químico formulado. Fato que tem refletido na baixa produtividade, no uso de mais adubo, principalmente foliar, e de elevada quantidade de pulverização com inseticida e fungicida.

5.2- Adubos Verdes

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

No sistema de cultivo convencional, a utilização de herbicidas no manejo das culturas simplifica o sistema, uma vez que elimina e, ou, diminui a diversidade de adubos verdes cultivados e de plantas espontâneas, a adição de matéria seca aérea e radicular e, conseqüentemente, da comunidade da biota do solo, assim como de suas simbioses.

Com a diminuição e simplificação da diversidade vegetal e da biota do solo, este torna-se vulnerável às condições edafoclimáticas adversas, tais como a compactação e a erosão. Este quadro, inevitavelmente, irá culminar nos estresses das plantas, sendo estes por deficiência e, ou, excesso de nutrientes e água, assim como por variações excessivas de temperaturas diurnas e noturnas.

Para diminuir estes efeitos negativos e promover gradativamente um ambiente que aumente o conforto das plantas, é necessário diminuir as causas dos estresses. Assim, é recomendado reduzir ao máximo a

movimentação do solo e cultivar os adubos verdes e as plantas espontâneas naquelas épocas em que a horta está na entre safra. No período de inverno é recomendado cultivar aveia-preta (*Avena strigosa*), centeio (*Secale cereale*), tremço azul (*Lupinus angustifolius*) ou branco (*Lupinus albus*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) ou um coquetel de plantas (com três ou mais espécies), sendo a opção mais aceita e utilizada a composição com aveia preta + ervilhaca comum + nabo forrageiro, nas quantidades de 80+20+8kg de sementes ha⁻¹, respectivamente (Figura 38). No período de verão são indicados os cultivos de milho (*Zea mays*), milheto (*Penisetum americanum*), mucuna (*Strizolobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), girassol (*Helianthus annuus*) e papuã (*Brachiaria plantaginea*), sendo o seu coquetel o mais indicado, como o de girassol + milheto + mucuna, nas quantidades de 15+8+40 kg de sementes ha⁻¹, respectivamente (Figura 39).



Figura 38- Adubação verde de inverno com ervilhaca (*Vicia sativa*), após o acamamento com berçário preparado para o plantio. Monte Castelo - SC, 2015.



Figura 39- Coquetel de plantas espontâneas composta majoritariamente por papuã (*Brachiaria plantaginea*), Anitápolis – SC, 2013.

O manejo das plantas de cobertura mais apropriado é utilizando o rolo-faca, pois mantém a palha sobre o solo, o que inibe a germinação de plantas espontâneas que, quando presentes, devem ser manejadas com roçadeira no período da safra.

Estas práticas objetivam a construção progressiva da biodiversidade na área de cultivo e ajudam a reduzir o estresse hídrico e nutricional, além de diminuir as fontes de inóculo de oportunistas, aumentar o potencial criatório de inimigos naturais e contribuir com a melhoria da estrutura do solo. O planejamento em longo prazo objetiva estabilizar a produção e diminuir manchas de fertilidade horizontal e vertical do solo na área cultivada. Nesse sentido, é importante conhecer quais as plantas de cobertura ou seus coquetéis podem contribuir com a quebra de ciclos de patógenos, com a melhor relação C/N, com sistemas radiculares diversificados, com a quantidade de deposição de matéria seca, com abafamento de plantas espontâneas, com a criação de inimigos naturais, com a rizodeposição, entre outros benefícios (Figura 40 e 41). O monitoramento do solo com a abertura de um perfil cultural é uma prática recomendada para fazer uma avaliação da evolução e complexidade do sistema frente ao manejo efetuado ao longo do tempo.

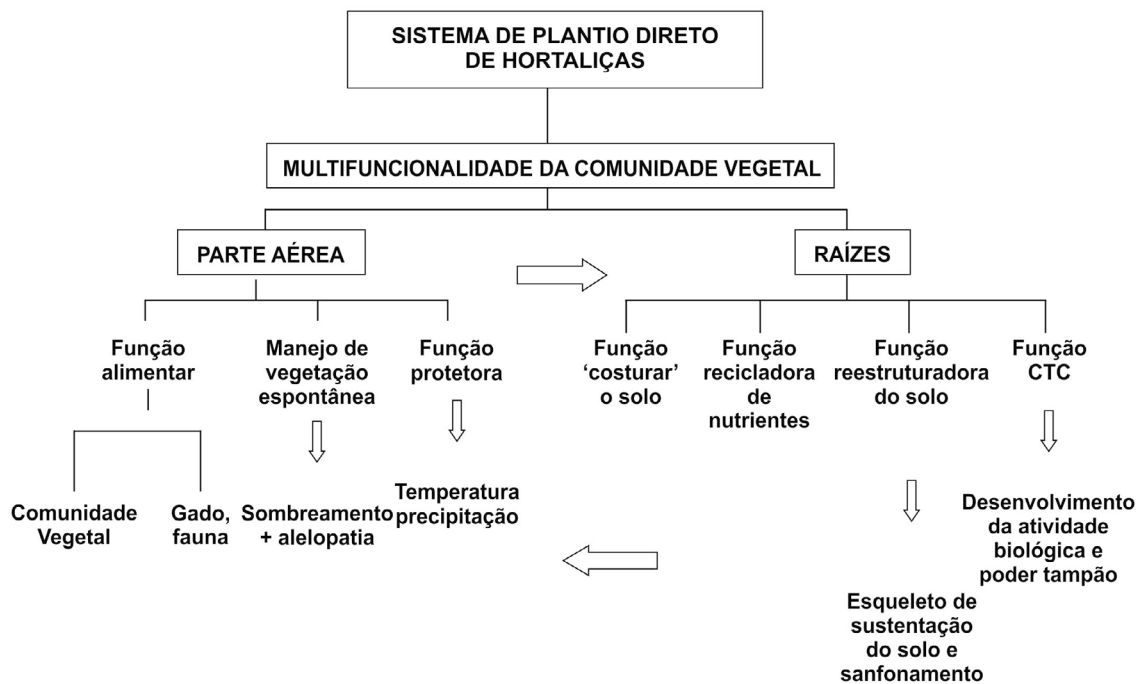


Figura 40- Multifuncionalidade da comunidade vegetal (adaptado de Ségur et al., 2012)

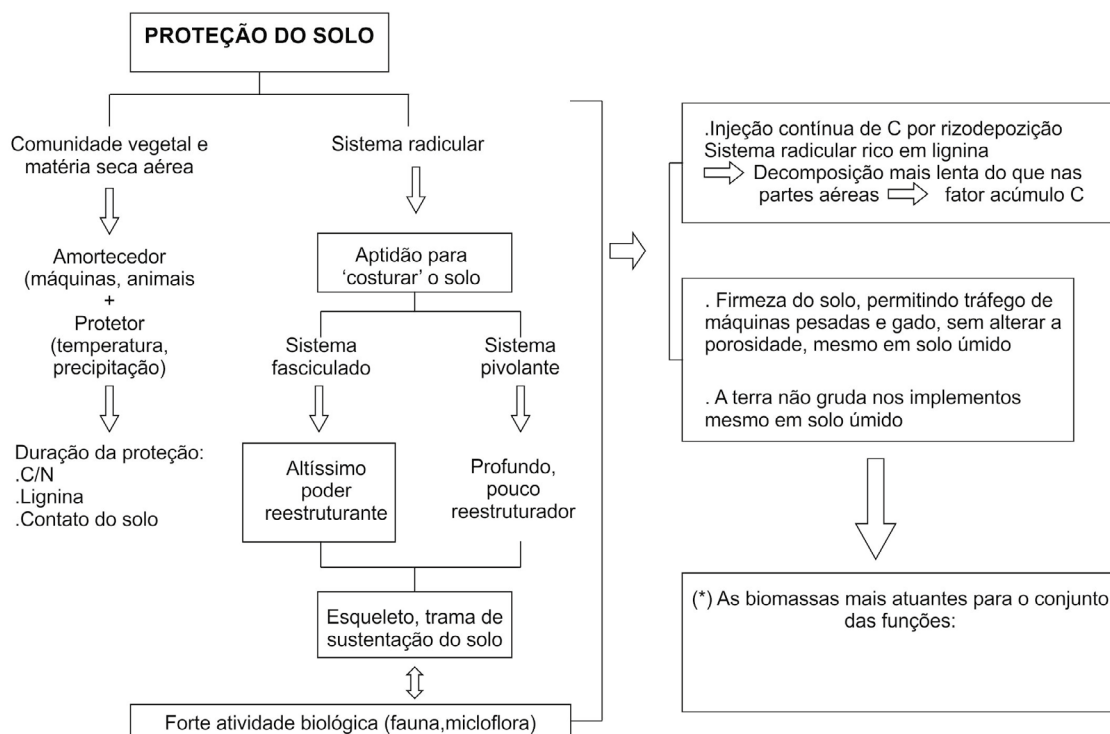


Figura 41- Proteção do solo e multifuncionalidade da comunidade vegetal (adaptado de Ségur et al., 2012)

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

Os organismos fotossintéticos saíram da água para habitar a terra há mais de 400 milhões de anos, evoluindo nos atuais vegetais que aprimoraram sua relação com o meio em que vivem através de mecanismos em muito desconhecido da ciência cartesiana, principalmente quando no campo da promoção de saúde em vegetais. No esforço em compreender esta relação, tem-se avançado na área da nutrição ajustando a taxa diária de absorção de nutrientes (TDA) através da interpretação dos sinais contidos na planta, correlacionado com o estoque de nutrientes no solo e com as condições climáticas.

Assim, a exigência de água e nutriente pelas brássicas é variável com seu estágio de desenvolvimento que pode ser dividido, de forma simplificada, em três fases, onde cada fase apresente semelhança na taxa de produção de biomassa (**G**) e de absorção de nutrientes (**TDA**), significando que o acúmulo de biomassa e de nutriente andam juntos ao longo do ciclo cultural (Figura 42): a) **Juvenil-1** que vai do plantio da muda até os 21 DAP; b) **Juvenil-2** que vai dos 21 DAP até a visualização do botão floral e c) **Adulta** que vai do botão floral até a colheita da inflorescência imatura. A primeira fase é caracterizada em consumir aproximadamente 3% do total dos nutrientes absorvidos durante o ciclo das brássicas, isto porque a planta é pequena e está na fase juvenil-1. Nesta fase devemos evitar aquelas adubações absurdas de N, P e K na base. Na Juvenil-2, a planta consome em torno de 25% de todo nutriente adquirido no seu ciclo cultural. Na última fase, correspondendo ao início do período reprodutivo, a planta consome 72% do total dos nutrientes absorvidos por ser a fase adulta, com a formação da inflorescência imatura.

Avançando neste entendimento básico das taxas diárias de produção de biomassa (**G**) e a taxa de absorção de nutriente (**TDA**) nas suas fases de crescimento, para associá-las à ação direta da condição climática. Esta hortaliça é sensível principalmente à temperatura e à luminosidade, interferindo no seu crescimento e desenvolvimento que está relacionada a atividade fotossintética e respiratória. Veja só, estas taxas variam diariamente com a interferência destas duas condicionantes climáticas que podem persistir por vários dias. É neste evento persistente que podemos aumentar, diminuir e até eliminar a adubação recomendada na tabela com reflexo direto na produção e na saúde das brássicas. Assim, períodos com temperaturas ótimas para a fase da cultura, associada a dias de céu limpo, portanto com muita luminosidade, haverá aumento na produção fotossintética e também da evapotranspiração, **sendo possível que a planta necessite de mais**

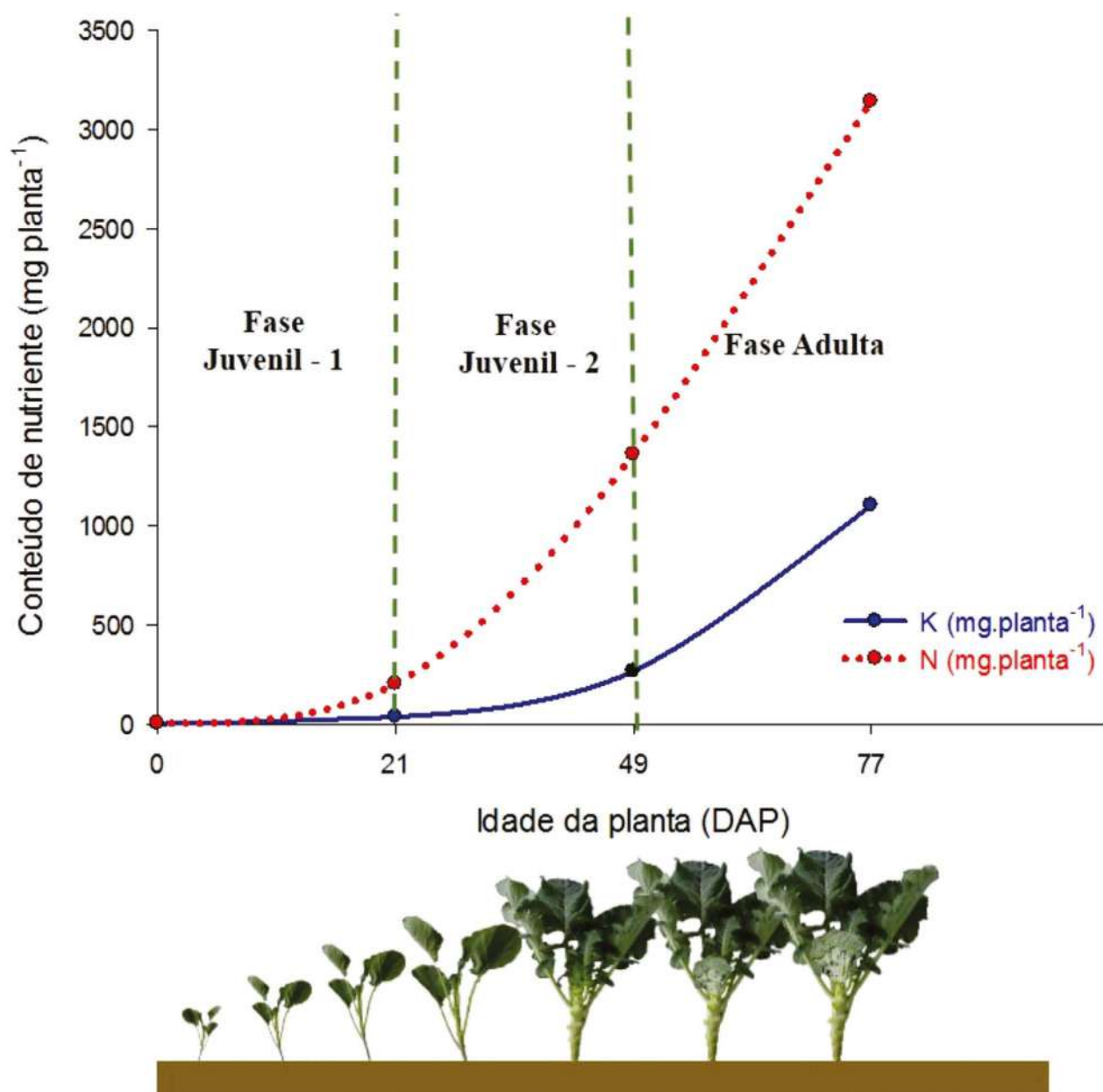


Figura 42- Taxa periódica de absorção de N e K pelo brócolis cultivar Avenger.

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

É possível, por quê? Há outro elemento a ser incorporado na tomada de decisão em **abastecer a demanda** em nutriente pelas brássicas e obter boa produtividade e **manter sua saúde**. A planta expressa sinais característicos na parte aérea e radicular (Figura 43) que podem ser interpretados pelos técnicos e agricultores experientes na cultura e tomar decisões mais acertadas sobre seu manejo como: a) tamanho da folha e na sua cor (intensidade e brilho); b) Diferença na intensidade da cor verde entre as folhas velhas e novas, c) sinais de retranslocação dos nutrientes das folhas baixeras (saia da planta) para o dreno principal (cabeça), d) tamanho da planta e e) tipo de planta e folha (heretas ou curvas).



Figura 43- Plantas com mesma idade apresentando diferenças profundidade e volume do sistema radicular. Planta com raízes mais profundas, ocupando maior volume de solo e em constante crescimento pode proporcionar adequada absorção de água e nutrientes, associando-se melhor à biota do solo e suportando eventos estressantes.

Munidos com estes conhecimentos entramos na lavoura para observamos os sinais que a planta apresenta para entender o que está ocorrendo com elas no sistema de cultivo e poder melhor interferir no seu manejo, gastando menos energia em procurar “perebas”, pois **nosso foco é saúde**. Para o agente de ater-pesquisador e lavoureiro, o principal é olhar a lavoura em alguns aspectos gerais, como: a) Se as folhas baixeras estão verdes ou amareladas: sinalização de retranslocação em massa de nutrientes ocasionada

pelo modo de adubar relacionada à força do dreno. Quando amarelada, a adubação não supriu a demanda da planta (Figuras 44 e 45), b) Se há uniformidade no tamanho e cor da planta: inferirás sobre manchas de fertilidade do solo e uniformidade na distribuição de fertilizante (Figura 46), c) Formato do corpo da planta (folhas e talos eretos e uniformidade da cabeça e altura de planta): indica seu crescimento e desenvolvimento relacionado com o clima e manejo da água e adubo ao longo do ciclo cultural (Figura 47); d) vigor da planta (tamanho da folha e haste); e) Cor verde intenso, apresentando cerosidade com forte brilho (Figuras 48 e 49) e d) diferença de intensidade da cor verde entre folhas maduras e novas (Figuras 49 e 50).



Figura 44- Folhas baixas amareladas pela ocorrência de retranslocação em massa em brócolis (a) e em couve flor (b).



Figura 45- A terceira e a quarta folha estão com cor verde claro normal e a última com verde e brilho passando ao intenso. A cor amarelada da primeira folha foi ocasionada pela retranslocação em massa de nutrientes.



Figura 46- Plantas de couve flor com cor verde claro característico, uniformidade no tamanho e folhas eretas, são sinais de saúde.



Figura 47- Planta saudável apresentando cor verde claro e planta e folhas ereta, sem retranslocação.



Figura 48- Intensidade de cor e tamanho de folha em brócolis, sendo as duas primeiras com cor verde claro (normal) e as demais com coloração e brilho intensos, geralmente ocasionado pelo excesso de nitrogênio. Lavouras com plantas com falta e excesso de nutrientes são mais suscetíveis às doenças.



Figura 49- Alta intensidade de cor, brilho (cerosidade) e tamanho de folha em couve flor e brócolis, sinais de excesso de nitrogênio. Sem diferença de cor entre folhas velhas e novas e posição “arqueada”. Nesta lavoura haverá maior possibilidade da presença de bacteriose e hérnia.



Figura 50- Diferença de intensidade da cor verde entre a folha velha e nova e sem retranslocação. Sinal de que a planta está sendo suprida de nutrientes conforme a taxa de crescimento.

Nas lavouras de estudos aprendemos a alocar os adubos de cobertura naqueles eventos climáticos, que em caso assertivo, podemos melhorar a produtividade, a saúde da planta e a uniformidade da inflorescência do brócolis e couve-flor e da cabeça do repolho. Eventos de céu aberto e temperatura amena com duração de uma e às vezes por duas semanas e planta com folhas de coloração verde claro e com diferença da intensidade do verde entre folhas desenvolvidas e novas, devemos aumentar a quantidade dos nutrientes contidos na tabela. **Neste caso, ao deixar de disponibilizar a quantidade de fertilizante que a planta está pedindo, caracteriza um erro conhecido por estresse nutricional e pode prejudicar a saúde e produtividade da planta.**

A absorção de nutrientes pode ser afetada por temperatura abaixo de 15°C e acima de 30° C interferindo notadamente nos processos bioquímicos. Este conhecimento se reveste de importância quando da presença de oxigênio no sistema radicular. Este elemento afeta na atividade respiratória das raízes, que necessitam de energia para construir a diferença de pH entre a parte interna e externa da membrana das células radiculares e desencadear a absorção de nutrientes via “proteínas transportadoras”. Não menos importante na velocidade e quantidade de absorção dos nutrientes, é a umidade do solo, que influencia na

taxa de transpiração através do fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera. **Portanto, de nada adianta adubar as plantas sem promover a fofura do solo**, local onde a planta irá morar com seu sistema radicular e se relacionar com a biota, para minerar os nutrientes e beber água para sua manutenção, seu crescimento e desenvolvimento da inflorescência e da cabeça.

6.1- Absorção de Nutrientes

A base deste capítulo são os resultados dos trabalhos experimentais realizados pela Epagri e UFSC-CCA (Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Agroecologia – NEPEA) em 2012 na unidade familiar dos Schuler, em Anitápolis-SC, onde determinou-se semanalmente o acúmulo e partição de biomassa em brócolis cv. Avenger. Também serão discutidos resultados encontrados pela equipe de Castoldi et al. (2009) em couve-flor cv. Verona.

Em nosso experimento foi determinado o acúmulo de nutrientes na planta e sua partição nas folhas, talo e inflorescência. Nos Quadros 6 e 7 estão apresentados as quantidades de nitrogênio e potássio acumulados semanalmente. As plantas acumularam, em média, 4.703,4 mg.planta⁻¹ de N e 1.404,8 mg.planta⁻¹ de K. É possível separar em três períodos de intensidade de acúmulo de N e K, que vai do plantio da muda até os 21 DAP, fase a qual caracterizamos por Juvenil-1, a Juvenil-2 que vai dos 21 DAP até a visualização do botão floral e a fase Adulta, que vai do botão floral até a colheita da inflorescência imatura. A taxa de absorção de nitrogênio nas três fases corresponde a 4,3%; 28,9 % e 66,8% do total absorvido pela planta, respectivamente. A taxa de absorção de potássio nas três fases corresponde a 2,6%; 18,9% e 78,5% do total absorvido pela planta, respectivamente. O acúmulo de P, Ca e Mg na planta aos 77 DAP foi de 0,18; 0,59 e 0,20 g.planta⁻¹, respectivamente. O Fe, Mn, Zn, Cu e B acumularam aos 77 DAP a quantidade de 26,7; 9,0; 3,8; 0,9 e 1,3 mg.planta⁻¹, respectivamente (Figura 52).

Quadro 6- Acúmulo semanal de nitrogênio pela planta de brócolis e a alocada na folha, talo e flor, cv Avenger

Parte da Planta	Quantidade de Biomassa Seca da Planta (mg.planta ⁻¹)											
	Idade da Planta (dias após plantio)											
	Muda	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
Folha	4,00	10,2	31,7	136,9	188,3	453,4	688,8	1443	2112	2163	2539	3096
Talo	0,50	1,40	4,20	13,10	18,10	38,30	53,70	119,5	183,6	237,1	360,2	491,2
Flor									9,70	88,90	271,1	1116
Total	4,50	11,60	35,9	150,0	206,4	491,7	742,5	1563	2305	2489	3170	4703

Quadro 7- Acúmulo semanal de potássio pela planta de brócolis e a alocada na folha, talo e flor, cv Avenger

Parte da Planta	Quantidade de Biomassa Seca da Planta (mg.planta ⁻¹)											
	Idade da Planta (dias após plantio)											
	Muda	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
Folha	0,9	1,6	4,4	21,1	30,5	76,1	117,3	258,5	432,5	561,1	537,1	888,3
Talo	0,2	0,5	1,6	5,0	7,2	15,9	22,4	44,8	66,5	112,2	151,3	222,2
Flor									1,2	11,7	42,7	294,3
Total	1,1	2,1	6,0	26,1	37,7	92,0	139,7	303,3	500,2	685,0	731,3	1405

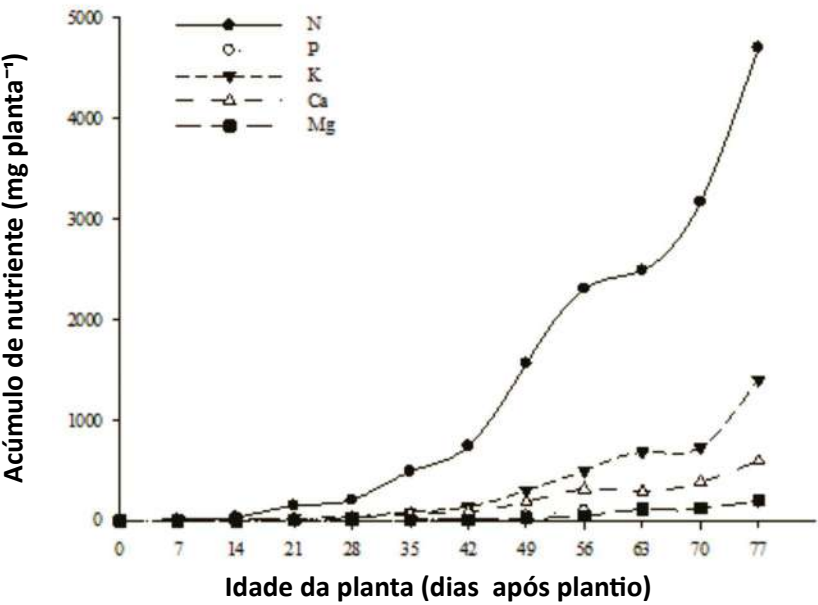


Figura 51- Acúmulo dos macronutrientes na planta de brócolis ao longo do ciclo cultural, cv Avenger.

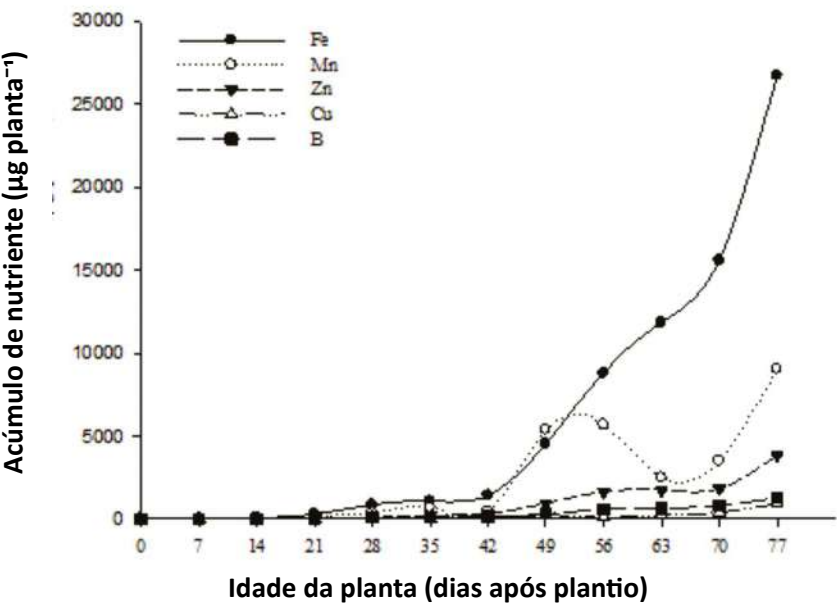


Figura 52- Acúmulo dos micronutrientes na planta de brócolis ao longo do ciclo cultural, cv Avenger.

No cultivo da couve-flor o acúmulo total de N foi 9000 mg.planta⁻¹ e destes 3500 mg.planta⁻¹ (aproximadamente 38,9 % do total) foram alocados na inflorescência. O total de K acumulado foi de 5810 mg.planta⁻¹ e deste total (aproximadamente 5,1 %) alocados na inflorescência. Portanto, do total de K acumulado 94,9% foram alocados na parte vegetativa da planta. A relação entre N:K foi de 1,55:1. O acúmulo de P, Ca, S e Mg na planta aos 69 DAP foi de 590; 440; 990 e 920 mg.planta⁻¹, respectivamente. O Fe, Mn, Zn, Cu e B acumularam aos 69 DAP a quantidade de 31; 9,71; 6,19; 0,87 e 4,57 mg. planta⁻¹, respectivamente.

Foram realizados outros dois experimentos pela Epagri e UFSC-CCA (NEPEA-SC) em 2013 e 2014, sendo o primeiro testando épocas de aplicação de nitrogênio e o segundo as doses de nitrogênio. No primeiro experimento envolvendo épocas de aplicação de N, aplicou-se 150 kg de N ha⁻¹, divididos em seis tratamentos com diferentes épocas de aplicação, sendo que não houve diferença da produção comercial entre os diferentes parcelamentos. Porém, as plantas que receberam o tratamento conforme a TDA, correspondentes a 6,5 kg de N (4,3% aos 21 DAP), 43,5 kg de N (28,9 % aos 35 DAP) e 100 kg de N (66,8% aos 49 DAP), apresentaram as melhores características visuais de saúde como: uniformidade de inflorescência e altura de planta, ausência de sinais de translocação de nutrientes, cor verde claro e planta, folhas e talos eretos e uniformes.

Já no segundo experimento onde avaliou-se doses de N variando de 0 a 400 kg de N ha⁻¹, concluiu-se que doses crescentes de até 263 kg de N ha⁻¹ incrementaram a produção de inflorescência, com redução de produção nas doses mais elevadas. Aqui, vale salientar que na avaliação qualitativa, tendo como eixo a saúde de planta, observou-se que nas doses mais elevadas de N (300, 350 e 400 kg ha⁻¹) as plantas apresentaram coloração verde intenso, o que implica em maior vulnerabilidade às condições estressantes de clima e ‘perebas’.



Figura 53- Experimento testando época de aplicação de adubação nitrogenada de cobertura para a cultura do brócolis, cv Avenger.

Trabalho já apresentado em capítulo anterior com repolho de verão cv Kenzan, conduzido na UFV pela equipe de Leonardo A. de Aquino (2005), sendo que um dos resultados foi que o aumento das doses de N aumentou o peso e tamanho da cabeça, enquanto a redução do espaçamento diminuiu o peso da cabeça do repolho colhido. Os espaçamentos utilizados no experimento foram de 80x30; 60x30 e 40x30 cm e as doses de N foram de 0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹. Encontraram no espaçamento 40x30 cm e na dose 253 kg ha⁻¹ a melhor combinação para atender as exigências do produtor e do consumidor. Mas para o espaçamento 80x30 cm a resposta da produção foi linear até a dose de 300 kg ha⁻¹.

6.2- Propondo Adubação de Cobertura

Os progenitores selvagens das brássicas cultivadas foram capazes de sobreviver em condições inóspitas de aridez e disponibilidade mínima de nutrientes, conferindo a elas capacidade em responder, até certo ponto, a adição de água e adubação, principalmente nitrogenada. Em geral, as plantas provenientes de ambientes com poucos recursos possui um sistema radicular maior (Grime, 1979) constituído de raízes finas e ativas, alta razão raiz:parte aérea e muitos pêlos radiculares, mantendo um crescimento equilibrado com baixa disponibilidade de nitrogênio (Robinson, 1991).

Para manejar a adubação de cobertura é recomendado considerar que um terreno em início de SPDH, mesmo que tenha sua fertilidade química corrigida (pH em água P₂O₅ e K₂O, saturação de base próximo a 70% e micronutrientes adicionados através de adubos orgânicos), a estrutura do solo ainda está em processo de recuperação dos efeitos negativos do manejo no sistema convencional. ***Lembre-se que de nada adianta adubar se não houver uma “terra fofa”.*** Nessa situação, é possível que a planta venha a necessitar de acréscimo na primeira adubação, aos 10 DAP, por apresentar sinais na muda recém plantada de baixo crescimento e folhas de coloração verde amarelada a arroxeada, sendo as mais velhas com sintomas mais acentuados.

As adubações de cobertura para as culturas do brócolis, couve flor e repolho serão recomendadas em duas e três aplicações, sendo que a escolha de duas aplicações só é justificada, neste caso, pela falta de condição prática. Relembrando, nas avaliações qualitativas dos tratamentos em nossos experimentos as três aplicações de nitrogênio como na taxa de absorção (TDA) atingiram as melhores notas em promover saúde na planta.

6.2.1- Propondo Adubação de Cobertura para Brócolis

Nossos técnicos e lavoureiros chamam a atenção que, na colheita, fica a maior parte da planta sobre o solo e, conseqüentemente, a maior parte dos nutrientes (Figura 54). Estes aumentarão o estoque no solo e devem ser acompanhados periodicamente com análise química para evitar excessos nos planos de rotação de culturas e criações.



Figura 54- Folhas, talos e raízes permanecem na lavoura após a colheita, devolvendo boa parte dos nutrientes absorvidos.

I) Em duas aplicações ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$):

- a) A primeira entre 12 e 21 DAP de 38 Kg de cloreto de potássio + 180 Kg de nitrato de amônio;
- b) A segunda quando da visualização do botão floral (Figura 55) de 38 Kg de cloreto de potássio + 180 Kg de nitrato de amônio.

II) Em tres aplicações (kg.ha^{-1}):

a) A primeira entre 12 e 21 DAP de 19 Kg de cloreto de potássio + 87 Kg de nitrato de amônio;

b) A segunda aos 35 DAP de 29 Kg de cloreto de potássio + 131 Kg de nitrato de amônio;

c) A terceira quando da visualização do botão floral (Figura 55) de 29 Kg de cloreto de potássio + 131 Kg de nitrato de amônio;



Figura 55- Desenvolvimento inicial da inflorescência, momento para realizar a última adubação de cobertura.

Obs: a) Para ajuste da adubação de cobertura devem-se considerar os sinais da planta, o clima e o estoque de nutrientes no solo. Como exemplo, dependendo do ciclo da cultivar e da sua época de plantio as adubação de cobertura, recomendada para o período, poderão ser adiantadas ou atrasadas ou eliminadas. Nas cultivares de verão com ciclo mais curto, essas adubações devem ser adiantadas. Nas cultivares de inverno, ciclo mais longo, as adubações devem ser atrasadas.

b) Na situação onde o desenvolvimento da muda recém plantada estiver apresentando folhas pequenas e amareladas, devido à adversidade encontrada pela planta, deve-se adiantar a primeira adubação recomendada para 10 DAP e **acrescentar a quantidade de 15 Kg de cloreto de potássio + 50 Kg de nitrato de amônio.**

6.2.2- Proposta de Adubação para Couve-flor

Alguns comerciantes trabalham com couve flor sem a maior parte das folhas que ficam na lavoura após a colheita, devolvendo parte dos nutrientes ao solo. Estas irão contribuir com os próximos cultivos dos planos de rotação.

I) Em duas aplicações (kg.ha^{-1}):

- a) A primeira entre 12 e 21 DAP de 50 Kg de cloreto de potássio + 220 Kg de nitrato de amônio;
- b) A segunda quando da visualização do botão floral (Figura 56) de 50 Kg de cloreto de potássio + 220 Kg de nitrato de amônio.

II) Em três aplicações (kg.ha^{-1}):

- a) A primeira entre 12 e 21 DAP de 30 Kg de cloreto de potássio + 100 Kg de nitrato de amônio;
- b) A segunda aos 35 DAP de 40 Kg de cloreto de potássio + 170 Kg de nitrato de amônio;
- c) A terceira quando da visualização do botão floral (Figura 56) de 40 Kg de cloreto de potássio + 170 Kg de nitrato de amônio;



Figura 56- Desenvolvimento inicial da inflorescência em couve flor, momento para realizar a última adubação de cobertura.

Obs: a) Na situação onde o desenvolvimento da muda recém plantada estiver apresentando folhas pequenas e amareladas, devido à adversidade encontrada pela planta, deve-se adiantar a primeira adubação recomendada para 10 DAP e **acrescentar a quantidade de 15 Kg de cloreto de potássio + 50 Kg de nitrato de amônio.**

6.2.3- Proposta de Adubação para Repolho

Na colheita do repolho fica pouco da planta sobre o solo e, conseqüentemente, a maior parte dos nutrientes absorvidos pela planta durante seu ciclo de cultivo são exportados.

I) Em duas aplicações (kg.ha^{-1}):

- a) A primeira entre 12 e 21 DAP de 70 Kg de cloreto de potássio + 240 Kg de nitrato de amônio;
- b) A segunda, quando do início do fechamento da cabeça, de 70 Kg de cloreto de potássio + 240 Kg de nitrato de amônio.

II) Em tres aplicações (kg.ha^{-1}):

- a) A primeira entre 12 e 21 DAP de 30 Kg de cloreto de potássio + 100 Kg de nitrato de amônio;
- b) A segunda aos 35 DAP de 40 Kg de cloreto de potássio + 180 Kg de nitrato de amônio;
- c) A terceira, quando do início do fechamento da cabeça, de 40 Kg de cloreto de potássio + 180 Kg de nitrato de amônio;

Obs: a) Na situação onde o desenvolvimento da muda recém plantada estiver apresentando folhas pequenas e amareladas, devido à adversidade encontrada pela planta, deve-se adiantar a primeira adubação recomendada para 10 DAP e na situação onde o desenvolvimento da muda recém plantada estiver apresentando folhas pequenas e amareladas, devido à adversidade encontrada pela planta, deve-se adiantar a primeira adubação recomendada para 10 DAP e **acrescentar a quantidade de 15 Kg de cloreto de potássio + 50 Kg de nitrato de amônio.**

Estamos recomendando o nitrato de amônio e cloreto de potássio principalmente por apresentarem o menor custo econômico por unidade de N e K. Porém, por necessidade técnica em alterar a salinidade, o pH do solo ou da rizosfera, evitar excesso de Cl ou alocar outros nutrientes como S e Ca podem ser utilizados

outros adubos como o nitrato de cálcio, nitrato de potássio e sulfato de potássio.

Para o uso das recomendações de adubação de cobertura vale alertar aos técnicos e agricultores familiares que as condições experimentais que determinaram a quantidade e época de aplicação dos fertilizantes, **jamais se repetirão**. Portanto, são necessários alguns ajustes levando em consideração a época e região de plantio, a intensidade da cor verde da planta, vigor e coloração do corpo da haste, a diferença da cor verde mais escuro das folhas maduras com o verde claro das folhas novas e iniciação da inflorescência (Figura 57). Estes sinais devem ser associados com as condições do clima como a temperatura, a radiação solar, ventos e umidade relativa do ar. Além destes fatores, é necessário atualizar a tabela ao cultivo atual com aquelas apresentadas nas condições experimentais que geraram a tabela em vigor. Como exemplo: em condições climáticas mais quentes onde a planta crescerá rapidamente, será necessário antecipar a adubação e nas regiões mais frias, atrasar as adubações.



Figura 57- Plantas de couve flor com folhas eretas e de coloração verde claro, algumas características dos sinais de saúde.

Numa outra situação, onde a temperatura está abaixo daquelas para o bom crescimento vegetativo e formação de cabeça e inflorescência, tempo nublado e ventos fortes, indicam a diminuição da quantidade de adubo recomendado na tabela. Pode-se até zerar a adubação do período, principalmente se o vigor vegetativo e a cor verde da folha nova for intenso (Quadro 8).

Apresentamos no Quadro 8 uma breve esquematização dos sinais da planta relacionadas às condições climáticas para o ajuste das recomendações de adubação de cobertura com N e K. A finalidade deste trabalho é de subsidiar os iniciantes nesta atividade essencialmente qualitativa, a qual exige aperfeiçoamento e adequação constante das leituras dos sinais apresentados pela planta e relacioná-las com o clima. Cremos que para os técnicos experientes na cultura e agricultores familiares lavoureiros do SPDH, esta evolução em associar estas condicionantes qualitativas vem da repetição de situações e da diversificação de respostas da planta frente às interferências humanas e climáticas.

Quadro 8. Ajuste da quantidade de adubação de cobertura, principalmente N e K, contida nas “propondo adubação de cobertura”, com base na associação entre os sinais de planta, condições climáticas e estoque de nutriente no solo.

1.0 -	Período com temperatura ótima (verão:20-25°C; inverno:18-22°C), tempo ensolarado, planta ereta, folhas grandes de verde claro e posição ereta, com discreto brilho. Talo ereto e verde claro. Folhas maduras de verde mais escuro que folhas novas. Fase juvenil.....MANTER OU AUMENTAR EM 30% A QUANTIDADE DE ADUBOS RECOMENDADOS PARA O PERÍODO;
1.1-	Repetindo as condições anteriores (1.0), porém aparecendo botão floral ou iniciando cabeça.....AUMENTAR EM 30% A ADUBAÇÃO CONTIDA NO PERÍODO OU DIMINUIR SE...
1.2-	Repetindo as condições anteriores (1.1), Planta vigorosa, folhas enormes e arcadas para baixo com verde escuro e brilho intenso. Talo verde escuro, alguns curvados. Não há diferença do verde entre folhas maduras e novas.....DIMINUIR APROXIMADAMENTE 50% A ADUBAÇÃO PARA O PERÍODO.
1.3-	Repetindo as condições anteriores (1.0), Planta pequena, folha verde claro e pequena. Folhas mais maduras verde-amareladas. Talo claro, fino e alguns curvados..... AUMENTAR EM 30% A ADUBAÇÃO CONTIDA NO PERÍODO.
2.0 -	Período com temperatura ótima (verão:20-25°C; inverno:18-22°C), tempo nublado, planta ereta, folhas grandes de verde claro e posição ereta, com discreto brilho. Talo ereto e verde claro. Folhas maduras de verde mais escuro que folhas novas. Fase juvenil..... DIMINUIR EM 30% A ADUBAÇÃO CONTIDA NA PROPOSTA DE ADUBAÇÃO
2.1-	Repetindo as condições anteriores (2.0), porém aparecendo botão floral ou iniciando cabeça.....MANTER A ADUBAÇÃO CONTIDA NA PROPOSTA DE ADUBAÇÃO;

2.2-	Repetindo as condições anteriores (2.1), planta vigorosa, folhas enormes e arcadas para baixo com verde escuro e brilho intenso. Talo verde escuro, alguns curvados. Não há diferença do verde entre folhas maduras e novas.....PODE-SE DIMINUIR EM MAIS DE 50% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO OU DEIXAR DE APLICAR
2.3-	Repetindo as condições anteriores (2.0), planta pequena, folha verde claro e pequena. Folhas mais maduras verde-amareladas. Talo claro, fino e alguns curvados..... MANTER A ADUBAÇÃO CONTIDA NA PROPOSTA DE ADUBAÇÃO;
3.0 -	Período com temperatura baixa (verão:<16°C; inverno:<10°C), tempo ensolarado, planta ereta, folhas grandes de verde claro e posição ereta, com discreto brilho. Talo ereto e verde claro. Folhas maduras de verde mais escuro que folhas novas. Fase juvenil.....DIMINUIR EM 50% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO;
3.1-	Repetindo as condições anteriores (3.0), porém na fase aparecendo botão floral ou iniciando cabeça.....MANTER OU DIMINUIR EM 30% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO;
3.2-	Repetindo as condições anteriores (3.1), planta vigorosa, folhas enormes e arcadas para baixo com verde escuro e brilho intenso. Talo verde escuro, alguns curvados. Não há diferença do verde entre folhas maduras e novas.....DIMINUIR EM MAIS DE 50% OU DEIXAR DE APLICAR A ADUBAÇÃO DO PERÍODO.
3.3-	Repetindo as condições anteriores (3.0), planta pequena, folha verde claro e pequena. Folhas mais maduras verde-amareladas. Talo claro, fino e alguns curvados..... MANTER OU DIMINUIR EM 30% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO.
4.0-	Período com temperatura baixa (verão:<16°C; inverno:<10°C), tempo nublado, planta ereta, folhas grandes de verde claro e posição ereta, com discreto brilho. Talo ereto e verde claro. Folhas maduras de verde mais escuro que folhas novas. Fase juvenil.....DIMINUIR EM MAIS DE 50% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO OU DEIXAR DE APLICAR
4.1-	Repetindo as condições anteriores (4.0), porém aparecendo botão floral ou iniciando cabeça.....DIMINUIR EM ATÉ 50% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO;
4.2-	Repetindo as condições anteriores (4.1), planta vigorosa, folhas enormes e arcadas para baixo com verde escuro e brilho intenso. Talo verde escuro, alguns curvados. Não há diferença do verde entre folhas maduras e novas.....DEIXAR DE APLICAR O ADUBO CONTIDO NA PROPOSTA DE ADUBAÇÃO.
4.3-	Repetindo as condições anteriores (4.0), planta pequena, folha verde claro e pequena. Folhas mais maduras verde-amareladas. Talo claro, fino e alguns curvados..... MANTER OU DIMINUIR EM 50% A ADUBAÇÃO DO PERÍODO;

Em se errando a leitura dos sinais da planta e sua relação com o clima, poderá facilitar a entrada de “doenças e insetos pragas” por seu excesso ou falta de nutrientes. Caso se incorra na repetição do erro pela pouca adubação, é provável que ocorra intensa retranslocação de nutrientes das folhas mais velhas para os drenos mais fortes que é a cabeça ou inflorescência. Por outro lado, o excesso de adubação vai ocasionar um crescimento vegetativo exagerado e rápido, tendo, em ambas as situações, um quadro de facilidades para a entrada das “perebas” e como consequência o uso de fungicida, acaricida e inseticida.

7- AMBIENTE ESTRESSANTE

Em geral, os problemas relatados pelos Lavoureiros de brássicas têm uma relação direta com o desenvolvimento e crescimento da cultura em época adversa em que fatores externos, sobretudo temperatura, nutrição, água e luminosidade, estão fora dos limites requeridos pela planta. Em consequência, ocorrem alterações, geralmente irreversíveis, originando anomalias ou desordens fisiológicas que podem comprometer significativamente o desempenho da cultura e consequentemente levar ao uso de agroquímico (Figura 59). Porém, vale repetir que este gênero é constituído de plantas que evoluíram em solos rasos e pobres, em regiões áridas, enfim em condições inóspitas. **Assim, a sua evolução as tornou menos “perebentas” entre as hortaliças e falar de desordem fisiológica, de hérnia e de bacteriose é sinal de erro no sistema de produção!**

Alguns desses problemas podem ser evitados instalando a lavoura no SPDH (rotação de culturas, coquetéis de plantas de cobertura, fertirrigação, espaçamento e disposição espacial adequados), preferencialmente nas faces do terreno voltadas para o norte, evitando baixadas frias e áreas com sombra, principalmente no período da manhã.. A importância destas recomendações práticas e básicas para estas culturas está em evitar variações de umidade e salinidade, diminuição de luz, melhorar a ventilação e temperatura pela condição do sistema de cultivo, além de diminuir o tempo de molhamento e consequentemente criar um meio adverso para desenvolvimento das “perebas” e melhorar a conservação pós-colheita.

Nas condições de excesso ou deficiência de nitrogênio, a planta promove crescimento com tecidos incompletos na sua estrutura físico-química, facilitando a entrada de patógenos. Condições de excesso de nitrogênio ocasionam crescimento rápido sem que outros nutrientes, principalmente os de taxa de absorção intermediária e lenta possam compor os novos tecidos (Quadro 9). Esse comportamento também pode ocorrer em condições de indisponibilidade temporária dos demais nutrientes. Por outro lado, a deficiência de nitrogênio torna a planta debilitada e de crescimento lento. Na deficiência de nitrogênio há uma menor

produção de aminoácidos, proteínas, fitoalexina, hormônios e fenóis, comprometendo a formação de novos tecidos, os processos fotossintéticos e a respiração.



Figura 59- Propiciar conforto às plantas, diminuindo as condições estressantes, melhora a sua saúde.

Quadro 9- Taxa de absorção aproximada dos nutrientes por plantas cultivadas em solução nutritiva

Grupo	Taxa de absorção	Nutriente
1	Rápida	N-NO ₃ ; N-NH ₄ ; P; K; Mn
2	Intermediária	Mg; S; Fe; Zn; Cu; Mo
3	lenta	Ca e B

Fonte: Compilado de Fernandes (2006) que adaptou de Bugbee (1995).

7.1- Evitando Desordem Fisiológica

A desagregação necrótica dos tecidos marginais das folhas que é visto em cabeças de repolho, é atribuída à deficiência de cálcio e relacionada ao genótipo, às condições meteorológicas prevalentes e a disponibilidade de fertilizante nitrogenado. Grande disponibilidade de nitrogênio pode aumentar a taxa de crescimento da planta a uma velocidade maior que a capacidade de entrada e assimilação dos demais nutrientes em seus respectivos sítios de ligação, prejudicando a composição dos novos tecidos. Em plantas com sistema radicular composto por poucas raízes novas e ativas (tecidos menos suberificados), a absorção daqueles nutrientes pouco móveis e imóveis no interior das células, como o cálcio e o boro, é prejudicada, promovendo um quadro de distúrbios fisiológicos. Este problema facilita a entrada de doenças e pragas, refletindo a estreita base genética das cultivares comerciais que privilegia a produção vegetativa e reprodutiva em detrimento do sistema radicular.

Raízes de repolho, couve-flor e brócolis podem atingir 100 cm ou mais e a forma do sistema radicular é de cone invertido onde a maior intensidade de enraizamento está nos primeiros 20 cm de solo (Figura 60). Deficiência de cálcio localizada nas folhas, em tecidos de crescimento rápido e com baixa taxa de transpiração, é agravada pela elevada umidade relativa, o que estimula a perturbação relacionada com cálcio e boro, uma vez que são transportados, principalmente no xilema, chegando aos tecidos meristemáticos de crescimento relacionados com a taxa de transpiração. Nos tecidos com baixa transpiração apresentarão deficiências de cálcio.

O cálcio se acumula nas folhas externas durante o dia por fluxo de massa impulsionado pela transpiração (pressão negativa), e na cabeça durante a noite, quando ocorre o mecanismo da “pressão de raiz” (pressão positiva), empurrando o cálcio até os tecidos que formam a cabeça. Uma vez que o cálcio e boro são absorvidos preferencialmente pelas áreas não suberificadas, torna a quantidade de raízes jovens a referência pela absorção destes elementos. Consequentemente, a arquitetura da raiz é um fator importante na expressão deste transtorno. As plantas com vigoroso e profundo sistema radicular são menos propensas ao distúrbio que leva principalmente a má formação da parede celular, também conhecida por tecido mole. Outro problema é com as quantidades de cátions no solo ou pelo aporte via adubação (Ca^{++} , K^{+} , Mg^{++} e NH_4^{+}) envolvidos na concorrência por proteína transportadora e pela geração do equilíbrio elétrico na planta resultando em um excesso ou deficiência de determinados elementos nos tecidos (Cubeta et al., 2000).



Figura 60- Sistema radicular profundo e bem desenvolvido, indicando a capacidade de suprir as demandas de água e nutriente da planta.

8- COLHEITA

Normalmente são realizadas três a quatro colheitas durante o período de maturidade da cabeça e da inflorescência, ocasionada pela desuniformidade na maturação. Os agricultores recolhem o brócolis em caixas plásticas e o repolho e a couve-flor em engradados de madeira para serem transportados até a instalação de processamento mínimo (embalagem) (Figuras 61, 62 e 63). Após a etapa de limpeza e embalagem, as cabeças e inflorescências são acondicionadas em caminhão baú refrigerado sendo transportadas até seu destino. A cada dia os consumidores exigem dos seus fornecedores alimentos de maior qualidade. Por sua vez, parte desta exigência é transferida ao agricultor, que precisa manejar estes alimentos de forma a aumentar a sua durabilidade e qualidade. Cada vez mais, a investigação e o desenvolvimento são impulsionados pelas demandas dos consumidores de brássicas, dando maior enfoque na manutenção da qualidade pós-colheita, no armazenamento, no transporte e na durabilidade em prateleira. Este fato contrasta com os objetivos anteriores, que foram quase exclusivamente dirigidos à melhora da eficácia e eficiência das operações na fase de campo, visando o maior retorno econômico das unidades familiares rurais.



Figura 61- A colheita é realizada normalmente em mais de três etapas.



Figura 62- Acondicionamento das cabeças de brócolis em caixas de plástico



Figura 63- Etapa de embalagem com filme plástico.

8.1- Manejo na Colheita e Ambiente de Armazenamento

A maioria das pesquisas mostram que as melhores taxas de conservação de brássicas em ambiente controlado são alcançadas através da diminuição da temperatura, do aumento substancial da concentração de dióxido de carbono e da diminuição da concentração de oxigênio. Em termos gerais, as temperaturas reduzidas combinadas com concentrações de dióxido de carbono entre 2,5 e 7% e de oxigênio entre 2,5 a 6% são necessários para manter a coloração verde, aparência fresca e a textura do alimento (crocância). Brássicas armazenadas em condições de atmosfera modificada e com uso de controladores de níveis de etileno podem manter-se comercializáveis por mais de 10 meses.

A taxa de perda de água aumenta com o aumento da temperatura e é exacerbada através da diminuição da umidade relativa do ar e da pressão atmosférica. Para a maioria dos vegetais uma perda de água entre 5 e 10% provoca a deterioração visual. Após a colheita, as mudanças no conteúdo de carboidratos, ácidos orgânicos e metabólitos secundários, afetam a qualidade do alimento.

Provavelmente, a liberação de etileno tem o efeito mais importante sobre a qualidade. O etileno está envolvido na aceleração do amadurecimento e na senescência dos tecidos. Para culturas de flores como couve-flor e brócolis, basta a presença de pequenas quantidades de etileno para acelerar a senescência e aumentar a deterioração do alimento. As taxas de respiração dos vegetais aumentam em resposta ao aumento das temperaturas, principalmente em tecidos jovens e imaturos como o brócolis e a couve-flor.

As condições ideais para armazenamento da couve-flor, brócolis e repolho são de 0 a 4°C de temperatura e umidade relativa em torno de 95%. Nestas condições, esses vegetais podem ser armazenados por um período de até seis semanas, que na prática é desaconselhável para além de 3 a 4 semanas. É aconselhável evitar fermentos nas partes comerciais (cabeça e inflorescência) durante a colheita, evitando a entrada de patógenos. Outro ponto importante é que seja aplicado resfriamento rápido no campo, além de diminuir a água livre na inflorescência, evitando condições de umidade e temperatura elevadas.

O brócolis e a couve-flor são colhidos no ponto de floração imatura, sendo altamente perecíveis, com tempo de armazenamento de 2 a 3 dias em temperaturas de 20°C e de 3 a 4 semanas a temperatura de 0°C (Makhlouf et al., 1989). Por isso, a refrigeração é o principal meio de abrandar a taxa de senescência desde a colheita ainda no campo e manter a qualidade destes alimentos. A principal limitação do armazenamento em temperatura ambiente é o rápido amarelecimento dos botões florais, devido à quebra de clorofila, produção

de etileno e abertura das flores. Embalagem de polipropileno em brócolis à temperatura de 0°C aumenta a vida de prateleira de 3 a 4 semanas, em comparação com apenas 2 a 3 dias à 20°C. As recomendações de armazenamento padrão para brócolis são de 0°C com umidade relativa de 95%, 1-2% de dióxido de carbono e 5-10% de oxigênio (Figura 64).



Figura 64- Embalagem, armazenamento e transporte refrigerado.

9- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; PEREIRA,P.R.G.; PEREIRA,F.H.F.; CASTRO, M.R.S.; LADEIRA, I.R. Características produtivas do repolho em função de espaçamentos e doses de nitrogênio. Horticultura brasileira, Brasília, v.23, n.2, p.266-270, abr-jun 2005.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve flor. Horticultura brasileira, Brasília, v.27, n.4, p.438-445, out-dez 2009.

DIXON, G.R. Vegetable Brassicas And Related Crucifers. CABI Publishing, Londres:2007, 327 p.

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

FERNANDES,M. S. Nutrição Mineral de Plantas. SBCS, Viçosa-MG: 2006, 432 p.

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

Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. SBCS, Porto Alegre: 2004, 400 p.

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

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

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