

CADERNOS DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – Volume 7 Caderno Especial 01

FICHA TÉCNICA CRÉDITOS AUTORAIS LIVRO © 2011 Editora Universitária da UFPB Cidade Universitária - Campus I S/N° - Castelo Branco João Pessoa - PB - 58.059 - 900

1ª edição – 1ª impressão

ISBN: 978-85-7745-336-8

Este livro é parte integrante do Curso de Graduação em Ciências Agrárias – Licenciatura a Distância do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba e está integrado ao Sistema Universidade Aberta do Brasil por meio da Coordenação Institucional de Educação à Distância UFPB Virtual e disponibilizado on line no ambiente virtual de aprendigem em www.ead.ufpb.br.

O teor de cada capítulo é de inteira responsabilidade de seu(s) autor(es).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO Fernando Haddad - Ministro

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA Carlos Eduardo Bielschowsky – Secretário de Educação a Distância

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES

Jorge Almeida Guimarães – Presidente da Capes

UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL João Carlos Teatini de Souza Clímaco – DEE- CAPES

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO FNDE
Daniel Balaban – Presidente do FNDE

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA Rômulo Soares Polari - Reitor

PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO Valdir Barbosa Bezerra – Pró-Reitor de Graduação

NÚCLEO DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA DA UFPB Renata Patrícia Lima Jerônymo Moreira Pinto – Coordenadora Geral da UFPB VIRTUAL

CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS Antônio Eustáquio Resende Travassos - Diretor

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS LICENCIATURA A DISTÂNCIA

COORDENADOR Marcos Barros de Medeiros

VICE-COORDENADOR José Ribeiro de Moraes Filho

COORDENADORA DE EDIÇÃO Geralda Macedo

COORDENADOR DE TUTORIA Luis Felipe de Araújo

SECRETÁRIO GERAL José Fernandes de Araújo Leite

ORGANIZADORES Marcos Barros de Medeiros Geralda Macedo Luis Felipe de Araújo

REVISORES DE ESTRUTURA E LINGUAGEM Geralda Macedo Aiene Fernandes Rebouças Elizandra Ribeiro de Lima Pereira José Roberto da Costa - Apoio Técnico

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO Oba! Multimídia

> IMPRESSÃO Gráfica Agenda

C122 Cadernos de Licenciatura em Ciências Agrárias / Universidade
Aberta do Brasil / Universidade Federal da Paraíba; Centro de
Ciências Humanas Sociais e Agrárias; Organizadores: Marcos
Barros de Medeiros, Geralda Macedo, Luis Felipe de Araújo - Autor:
Belísia Lúcia M. Toscano Diniz. Agroecologia e Agricultura Orgânica
Bananeiras: Editora Universitária/UFPB, 2011.
v. 7. Caderno Especial 01 : il.
ISBN: 978-85-7745-336-8
1. Ciências Agrárias – Ensino Superior, 2. Formação de Professores.

Ciências Agrárias – Ensino Superior.
 Formação de Professores.
 Agropecuária e Tecnologia.
 Educação a Distância.
 Medeiros, Marcos Barros de.
 Macedo, Geralda.
 Araújo, Luis Felipe de. IV. Diniz, Belísia Lúcia M. Toscano.

UFPB/BC CDU: 63

UNIDADE I - AGRICULTURA NO CONTEXTO ECOLÓGICO



1.1. HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA

stima-se que a agricultura, o maior avanço da humanidade, teve início no Oriente médio, a aproximadamente 10.000 a.C. O certo é que civilizações que nos antecederam, ao tempo em que criavam a escrita, já tinham desenvolvido uma notável capacidade agrícola, que lhes havia possibilitado sedentarizar-se e estabelecer sistemas sociais e culturais complexos.

A capacidade de cultivar plantas e domesticar animais, possibilitou maior controle na aquisição de alimentos, diminuindo a dependência da caça e da coleta de frutos comestíveis. A agricultura permitiu ainda, a fixação de povos em determinados lugares, propícios à atividade agrícola de modo a adquirir seus alimentos mais facilmente. Dessa forma, e como resultado, surgiram aglomerados populacionais, promovendo o surgimento e desenvolvimento de cidades.

Essa trajetória é frequentemente contada de forma positiva, como uma epopeia a caminho do conhecimento e do domínio tecnológico, mas não deixou de ter seus lados desastrosos. Dentre os desastres, conta-se com especial frequência a degradação dos recursos naturais sobre os quais se erguiam as civilizações. Uma após outra, civilizações foram florescendo apoiadas sobre determinada base natural e, à medida que cresciam, iam esgotando essa mesma base natural de que dependiam.

O crescimento populacional e a queda da fertilidade dos solos utilizados após anos de cultivos sucessivos no continente europeu causaram, entre outros problemas, a escassez de alimentos.

Nesse sentido, por volta dos séculos XVII e XIX, intensificam-se a adoção de sistemas de rotação de culturas com plantas forrageiras (gramíneas e leguminosas) e as atividades de pecuária e agricultura se integraram. Esta fase é conhecida como **Primeira Revolução Agrícola.**

No final do século XIX e início do século XX, os problemas de escassez crônica de alimentos em solos europeus intensificaram-se, levando a uma série de descobertas científicas e tecnológicas:

- Justos von Liebig chegou à famosa fórmula NPK, iniciando a era dos fertilizantes químicos:
- Melhoramento genético: Mendel descobre as Leis da Hereditariedade;
- Máquinas e motores à combustão interna (Rudolf Diesel e Nikolaus Otto).

Estas descobertas possibilitaram o progressivo abandono das antigas práticas, levando a uma especialização dos agricultores tanto nas culturas quanto nas criações.

Inaugurava-se uma nova fase nos sistemas agropecuários, na qual a forma de conceber e gerenciar a atividade rural passa a ser chamada de **Agricultura Industrial**, **Agricultura Convencional ou Agricultura Química. Esta fase é chamada de Segunda Revolução Agrícola**. Entre 1940 a 1950 - **Revolução Verde**: variedades de trigo, arroz e milho de alta resposta a insumos.

Com o término da segunda grande guerra, o desenvolvimento da indústria de agrotóxicos ganhou impulso com a utilização de produtos químicos para o controle de pragas e doenças nas culturas. Na guerra do Vietnã produtos agroquímicos, comumente denominados "agente laranja", eram utilizados como desfolhantes nas florestas, a fim de evitar que os inimigos se camuflassem.

Agricultura mundial passou por várias transições no século XX:

A agricultura Tradicional crescia à medida que a família aumentava (única causa da expansão), até a chamada Agricultura Moderna (com grandes áreas cultivadas e tecnificadas).



Figura 1.1. Características da agricultura tradicional e da agricultura convencional.

Em escala global, a agricultura tem sido muito bem-sucedida, satisfazendo uma demanda crescente de alimentos durante a última metade do século XX. Esse impulso na produção de alimentos deveu-se, principalmente a avanços científicos e inovações tecnológicas (causa principal do impulso na produção de alimento):

O desenvolvimento de novas variedades de plantas;

- O uso de fertilizantes químicos (baratos e abundantes tornou-se uma das grandes conquistas agrícolas do Século XX) e agrotóxicos;
- O crescimento de grandes infra-estruturas de irrigação;

A despeito de seus sucessos, contudo, nosso sistema de produção global de alimentos está no processo de minar a própria fundação sobre a qual foi construído (Gliessman, 2005). As técnicas, inovações, práticas e políticas que permitiram aumentos na produtividade também minaram a sua base.

As produtividades permaneceram estagnadas e incrivelmente baixas em muitos países menos desenvolvidos, especialmente nos ambientes tropicais e subtropicais úmidos (Altieri, 1989).

Qual o motivo?

O processo de formação de solos em áreas tropicais e subtropicais, associados às interações de atividades biológicas e maiores disponibilidades de radiação luminosa, calor e água, originaram solos altamente intemperizados, ácidos, pobres quimicamente e com baixos teores de matéria orgânica.

O intenso revolvimento da camada superficial do solo e a aplicação maciça de adubos químicos , sem o manejo adequado dos resíduos orgânicos oriundos da atividade agrícola, intensificam a atividade biológica, causando:

- Rápida ciclagem de nutrientes;
- Degradação da MO;
- Concentração de nutrientes na biomassa, degradando ainda mais o solo de regiões tropicais;

E como deve ser a agricultura do futuro?

A agricultura do futuro deve ser tanto sustentável quanto altamente produtiva para poder alimentar a crescente população humana. Esse duplo desafio significa que não podemos simplesmente abandonar as práticas convencionais como um todo e retornar às práticas tradicionais ou indígenas.

Mas o que é sustentabilidade?

- Sentido mais amplo: é uma versão do conceito de produção sustentável – a condição de ser capaz de perpetuamente colher biomassa de um sistema, porque sua capacidade de se renovar ou ser renovado não é comprometida.

Embora a agricultura tradicional possa fornecer modelos e práticas valiosos para desenvolver uma agricultura sustentável, não pode produzir a quantidade de comida requerida para abastecer centros urbanos distantes e mercados globais, pelo seu enfoque de satisfazer necessidades locais e em pequena escala.

O que se requer, então, é uma nova abordagem da agricultura e do desenvolvimento agrícola, que construa sobre aspectos de conservação de recursos da agricultura tradicional local, enquanto, ao mesmo tempo, se exploram conhecimentos e métodos ecológicos modernos.

1.2. AGRICULTURA ECOLÓGICA: CONCEITO, IMPORTÂNCIA E OBJETIVOS

As técnicas para a produção ecológica envolvem práticas que favorecem o equilíbrio entre o solo, as condições climáticas e a planta. Enquanto a Agricultura Convencional está baseada na *tecnologia de produtos* (inseticida, herbicida, fungicida, nematicida, bactericida, adubos solúveis, etc.), a Agricultura Ecológica trabalha com tecnologia de processo, ou seja, no conjunto de procedimentos que envolvem a planta, o solo e as condições climáticas.

Esse tipo de agricultura fundamenta-se na utilização de recursos naturais locais e renováveis, não admitindo a utilização de agrotóxicos, adubos químicos de alta solubilidade e organismos modificados geneticamente, buscando o resgate do agricultor como protagonista do processo produtivo.

Na Agricultura Ecológica várias técnicas e práticas agrícolas são fundamentais para o processo produtivo preconizado por esse tipo de agricultura, os principais são:

- a) Preparo do solo com equipamentos que evitam ao máximo a reversão ou a desagregação da estrutura do solo;
- b) Adoção das medidas de conservação do solo, como terraços, caixas de contenção, plantio em nível, etc;
 - c) Uso de culturas e cultivares aptas às condições locais e às épocas de plantio;
- d) Seleção de plantas resistentes, considerando a produtividade e a aceitação comercial;
- e) Manejo adequado do solo, mantendo a aeração, a matéria orgânica, a flora e a fauna benéficas;
 - f) Emprego de água de fontes isentas de contaminação química ou biológica;
 - g) Manejo correto da água, envolvendo irrigação e drenagem;
- h) Nutrição da planta e correção do solo sob controle, empregando análises do solo e foliar:
 - i) Evitar excesso de calagem, no máximo 2 t ha-1 ano;
 - j) Adubação verde e produção local de biomassa vegetal;
- k) Fornecimento de matéria orgânica de qualidade, principalmente rica em carbono e o aproveitamento de resíduos vegetais;
- I) Rotação, diversificação e consorciação de culturas e plantios em faixas ricas em carbono e o aproveitamento de resíduos vegetais;
 - m) Biodiversidade nos cultivos, evitando o monocultivo;
 - n) Manejo de ervas invasoras e coberturas mortas;
- o) Uso de defensivos alternativos, armadilhas específicas, produtos que aumentam a resistência das plantas e micronutrientes que ativem os processos de síntese de proteínas;

1.3. MOVIMENTOS FAVORÁVEIS À AGRICULTURA ECOLÓGICA

- Entidade mais antiga desses movimentos no Brasil é a Estância Deméter, em Botucatu, SP, instalada em 1934 e que deu origem ao Instituto Biodinâmico (IBD), fundado em 1981;
- Primeira ONG de Agricultura Ecológica no Brasil foi a Mokiti Okada, que seguia os fundamentos da agricultura natural, fundada em 1971;
- Pesquisadores do IAC e membros da AAO (Associação de Agricultura Orgânica) promoveram em 1993, em Campinas, o I Simpósio de Agricultura Ecológica;
- Cursos de agricultura ecológica foram realizados por pesquisadores do IAC, CATI, AAO, CENA/USP, ESALQ/USP e Ministério da Agricultura e Abastecimento, com o objetivo de difundir os resultados já obtidos com as práticas agrícolas fundamentadas nesse tipo de agricultura;

1.4. ORIGEM E CONCEITO DO TERMO AGRICULTURA ALTERNATIVA

Foi no século XX, mais precisamente a partir de 1920 que surgiram as primeiras correntes alternativas ao modelo industrial ou convencional de agricultura, como a agricultura biodinâmica, agricultura orgânica, no Japão Masanobu Fukuoka – método Fukuoka (agricultura selvagem) e Mokiti Okada com a agricultura natural. Agricultura biológica e permacultura surgiram posteriormente.

Nos anos 70, o conjunto dessas correntes passou a ser chamado de Agricultura Alternativa. O termo surgiu em 1977, na Holanda, quando o Ministério da Agricultura e Pesca publicou um relatório, conhecido como "Relatório Holandês" contendo a análise de todas as correntes não convencionais de agricultura, que foram reunidas sob a denominação genérica de Agricultura Alternativa. Dessa forma, este termo não constitui uma corrente ou uma filosofia bem definida de agricultura, apenas é útil para reunir as correntes que se diferenciam da Agricultura Convencional. (Figura 1.2.)

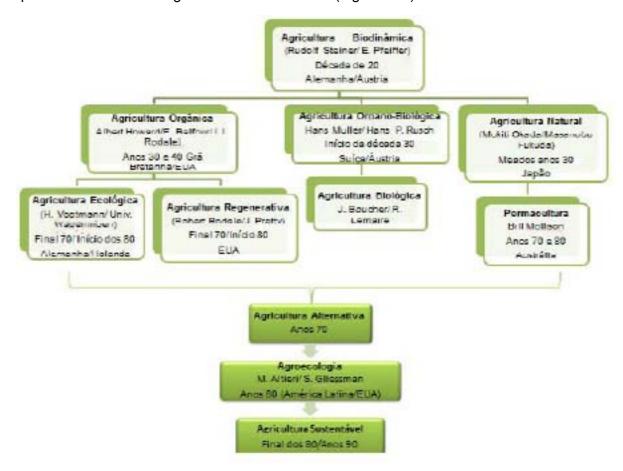


Figura 1.2 - Principais correntes de pensamento ligadas ao movimento orgânico e seus precursores. (Penteado, 2000)

1.5. PRÁTICAS FITOTÉCNICAS NAS PRINCIPAIS CORRENTES DE AGRICULTURA ALTERNATIVA

a) Agricultura Biodinâmica: Surgiu na Alemanha, em 1924, e seu fundador foi Rudolf Steiner. A biodinâmica trabalha a propriedade como um organismo, onde o todo reflete o equilíbrio de suas partes. Assim, trabalha as relações existentes entre o solo, planta, animal, homem e o universo e as energias que envolvem e influenciam cada um e

o todo. As técnicas usadas são similares às da Agricultura Orgânica, acrescentando-se o emprego de "preparados biodinâmicos" e a adoção de um calendário agrícola, baseado no movimento da lua ao redor da terra.

Os preparados biodinâmicos são fertilizantes naturais, feitos a partir do conhecimento das forças cósmicas (Figura 1.3.). Para entender mais sobre o assunto, explicamos a receita do preparado chifre-esterco ou esterco bovino curtido.

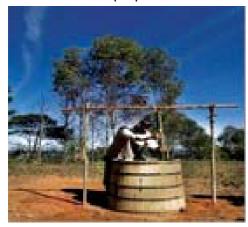


Figura 1.3. Agricultura Biodinâmica - Preparados biodinâmicos: fertilizantes naturais, feitos a partir do conhecimento das forças cósmicas. http://agropioneiros.blogspot.com/2010/11/agricultura-biodinamica.html

RECEITA DO PREPARO:

Colocar esterco fresco de gado, ainda mole, em chifres de vaca que já tenha parido - pelas marcas no chifres é possível saber. Enterrar os chifres por um período de quatro a seis meses num buraco de terra fundo. A ponta dos chifres deve estar virada para cima, para o sol - para atrair as forças cósmicas.

Após esse período, desenterrar os chifres e retirar o esterco seco, já duro. Passar numa peneira e armazenar em um tambor de barro, dentro de um saco, sobre terra fresca. O preparo está pronto. O procedimento é repetido uma ou duas vezes por ano e os chifres podem ser utilizados várias vezes.

A Posologia do preparo é de 100g ha⁻¹. Para utilizar, misturar duas porções em 200 litros de água, mexendo ritmicamente uma hora para um lado, uma hora o outro, promovendo a dinamização.

b) Agricultura Orgânica: Surgiu em 1931, na Índia, e seu fundador foi Sir Albert Howard e aperfeiçoado por Lady Eve Balfor. Dentre as diversas técnicas de manejo orgânico, a principal característica deste movimento é o processo "Indore de compostagem" (desenvolvido entre 1924 e 1931, pelo qual os resíduos da fazenda eram transformados em húmus, que, aplicado ao solo em época conveniente, restaurava a fertilidade por um processo biológico natural).



Figura 1.4. Agricultura Orgânica - Sistema "Indore de compostagem", pelo qual os resíduos da fazenda são transformados em húmus, que, aplicado ao solo em época conveniente, restaura a fertilidade por um processo biológico natural. Fonte: http://jeitoderoca.blogspot.com/

Howard demonstrou que um solo provido de altos níveis de matéria orgânica assegura a vida microbiana intensa e rica, pela qual a nutrição e a sanidade das plantas são plenamente atendidas e os alimentos produzidos são de alto valor biológico. Recomendase, ainda, o uso de plantas de raízes profundas, capazes de explorar as reservas minerais do subsolo.

c) Agricultura Natural: Surgiu no Japão, na década de 30, e seu fundador foi Mokiti Okada. Este orientava não movimentar o solo; que todos os restos de culturas e palhadas fossem reciclados e o composto fosse feito unicamente à base de vegetais, sem o uso de estercos animais. Hoje os adeptos desse sistema de cultivo utilizam-se de microrganismos efetivos, aplicados no solo, nas plantas para prevenção de problemas fitossanitários ou para inocular o composto orgânico a ser empregado nas adubações. (Figura 1.5.)

O bokashi é um fertilizante orgânico, resultante de um método de compostagem baseado na adição de uma solução líquida de microrganismos efetivos que são bactérias anaeróbicas e fermentos do ácido láctico. É um adubo orgânico concentrado, rico em nitrogênio, fósforo e potássio, para a substituição dos fertilizantes químicos tradicionais, podendo ser aplicado por ocasião do plantio ou em cobertura.





Figura 1.5. Agricultura Natural -. Bokashi fertilizante orgânico, resultante de um método de compostagem baseado na adição de uma solução líquida de microrganismos efetivos que são bactérias anaeróbicas e fermentos do ácido láctico. Fonte: http://www.bokashi.com.br

d) Agricultura Biológica ou Agrobiológica: Surgiu na França, na década de 60, e seu fundador foi Claude Aubert. Distingue-se das demais, por recomendar o uso de rochas moídas como fertilizantes e por adotar a posição de que a resistência das plantas ao ataque de predadores e patógenos e, portanto, a sua saúde e vigor são determinados pelo equilíbrio nutricional ou desequilíbrios provocados por agroquímicos (TEORIA DA TROFOBIOSE).

- 1. TROFO: alimento:
- 2. BIOSE: existência de vida;

Portanto, trofobiose quer dizer: todo e qualquer ser vivo só sobrevive se houver alimento adequado disponível para ele. Em outras palavras, para a teoria da trofobiose a planta ou parte da planta cultivada só será atacada por um inseto, ácaro, nematóide ou microrganismo (fungos ou bactérias), quando tiver na sua seiva, exatamente o alimento que eles precisam. Este alimento é constituído, principalmente, por aminoácidos, que são substâncias solúveis. (Fifura 1.6.)



Para que os aminoácidos se juntem e formem proteínas são necessárias as enzimas.

As enzimas precisam de uma nutrição balanceada e completa para atuarem.



A seiva transporta proteínas e aminoácidos, açúcares e nitratos para os pontos de crescimento da planta.



Porém, o uso de agrotóxicos, a adubação desequilibrada e a falta de boas condições para planta atrapalham este mecanismo.



Figura 1.6. Agricultura Biológica ou Agrobiológica - Trofobiose - planta ou parte da planta cultivada só será atacada por um inseto, ácaro, nematóide ou microrganismo (fungos ou bactérias), quando tiver na sua seiva, exatamente o alimento que eles precisam. Este alimento é constituído, principalmente, por aminoácido, que são substâncias solúveis. Fonte: Meirelles; Rupp (2005)

e) Permacultura: Surgiu na Austrália, na década de 70. Seus fundadores foram Bill Mollison e Dave Hoemgren. A permacultura defende a manutenção de sistemas Agrosilvo-pastoris, sendo especialmente adequada às regiões de florestas tropicais e subtropicais. Não permite nenhuma intervenção do solo, quer seja aração ou gradagem. Não utiliza adubação mineral e nem composto orgânico. Alterna o cultivo de gramíneas com leguminosas, deixando sempre uma palhada sobre o solo pelo manejo de ervas infestantes, através de roçadas. Restos vegetais deixados sobre o solo propiciam também, o aumento dos teores de nutrientes e a conservação da umidade do solo. (Figura 1.7.)

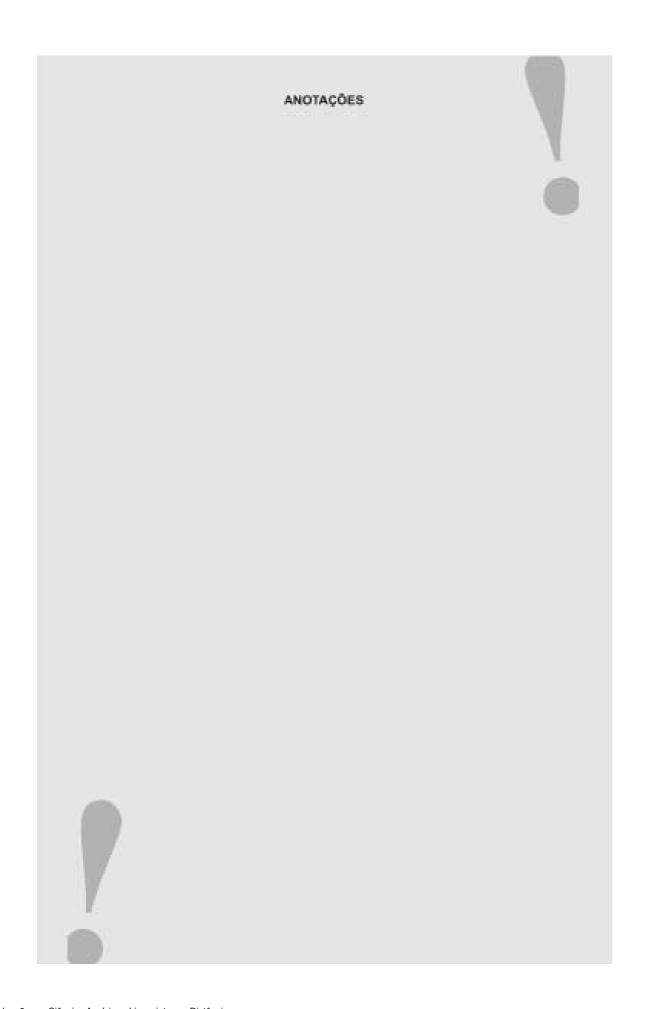


Figura 1.7. Permacultura - Restos vegetais deixados sobre o solo propiciam também, o aumento dos teores de nutrientes e a conservação da umidade do solo.

- f) Agricultura Regenerativa: Este modelo surgiu a partir da agricultura orgânica proveniente das ideias de Howard e Rodale, o qual reforça o fato de o agricultor buscar sua independência pela potencialização dos recursos encontrados e criados na própria unidade de produção agrícola ao invés de buscar recursos externos.
- g) Agricultura Ecológica: Tem a preocupação de fornecer ao solo o que falta para o suporte satisfatório da vida vegetal, seja quimicamente ou não. Agricultura Ecológica é a resposta socioambiental aos efeitos colaterais da Agricultura Convencional. Fundamenta-se na utilização de recursos naturais locais e renováveis, não admitindo a utilização de agrotóxicos, adubos químicos de alta solubilidade e organismos modificados geneticamente, buscando o resgate do agricultor como protagonista do processo produtivo.
- h) Agroecologia: A partir da década de 1980, uma disciplina de base científica conhecida como agroecologia passou a ser empregada para designar, sobretudo, um conjunto de práticas agrícolas alternativas, mesmo que seus precursores insistissem sobre um conceito mais amplo, que incorporava um discurso social (ALTIERI, 1989; GLIESSMAN, 1990). Seus autores destacam que no enfoque da agroecologia reorienta-se a ênfase de uma pesquisa agropecuária direcionada às disciplinas e atividades específicas para tratar de interações complexas entre pessoas, culturas, solos e animais.
- i) Agricultura Sustentável: No final da década de 1980 e durante a de 1990, o conceito amplamente difundido, foi o de agricultura sustentável. Este conceito muito amplo e repleto de contradições deve ser considerado mais como um objetivo a ser atingido do que, simplesmente, um conjunto de práticas agrícolas.

Agroecologia e Agricultura Orgânica

Unidade



UNIDADE II - PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS DA AGROECOLOGIA



s sociedades brasileira e mundial, assim como as ciências, estão experimentando um singular processo de transformação, na qual os paradigmas convencionais que orientavam o desenvolvimento da agricultura – e que foram hegemônicos nos últimos 50 anos - vêm sendo substituídos por orientações teóricas baseadas em novos valores éticos e socioambientais.

Como parte desse processo de mudança, surge a Agroecologia: uma nova ciência, ou enfoque científico, destinada a apoiar e dar sustentação à transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis. Mais recentemente, a Agroecologia tem-se apresentado como um enfoque teórico que proporciona as bases científicas para o desenvolvimento da agricultura alternativa ou sustentável.

Assim sendo, a Agroecologia parte de que é necessário entender o funcionamento dos ecossistemas naturais e revalorizar os conhecimentos e capacidades dos atores locais para, a partir daí, desenhar modernos sistemas agrícolas sustentáveis.

2.1. CONCEITO E OBJETIVO DA AGROECOLOGIA

Forma ampla: representa uma abordagem agrícola que incorpora cuidados especiais relativos ao ambiente, assim como aos problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas também a sustentabilidade ecológica do sistema de produção.

Sentido mais restrito: refere-se ao estudo de fenômenos puramente ecológicos que ocorrem na produção agrícola, tais como relações predador/presa ou competição cultura/vegetação espontânea.

OBJETIVO: enfocar as relações ecológicas no campo com o objetivo de compreender a forma, a dinâmica e a função destas relações;

Margaret Merril, que difundiu as ideias de agricultura ecológica, considera que os fundamentos científicos da Agroecologia foram formulados pelo trio:

- Darwin: Formação de húmus através da ação das minhocas, com observações no seu habitat, publicada em Londres, em 1881;
- Frank: Publicou em 1885 seus pioneiros dados sobre os efeitos das micorrizas na nutrição de plantas;
- King: Criticava as práticas predatórias da agricultura praticada nos EUA e afirmava que tal prática não era sustentável;

Partindo, especialmente, de escritos de Miguel Altieri, observa-se que a Agroecologia constitui-se um enfoque teórico e metodológico que, lançando mão de diversas disciplinas científicas, pretende estudar a atividade agrícola sob uma perspectiva ecológica. Sendo assim, a Agroecologia, adota o AGROECOSSISTEMA (um local de produção agrícola – uma propriedade agrícola, por exemplo – compreendido como ecossistema) como unidade de análise, tendo como propósito, em última instância, proporcionar as bases científicas (princípios, conceitos e metodologias) para apoiar o processo de transição do atual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sustentáveis. (Figura 2.1.)

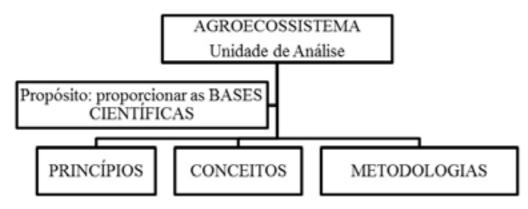


Figura 2.1. Agroecologia com enfoque teórico e metodológico.

Então, mais do que uma disciplina específica, a Agroecologia se constitui num campo de conhecimento que reúne várias reflexões teóricas e avanços científicos, oriundos de distintas disciplinas.

Portanto, na Agroecologia, é central o conceito de transição agroecológica, entendida como um processo gradual e multilinear de mudança, que ocorre através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas, que, na agricultura, tem como meta a passagem de um modelo agroquímico de produção a estilos de agriculturas que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica.



Figura 2.2. Transição agroecológica – processo gradual e multilinear de mudança, que ocorre através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas.

Essa ideia de mudança se refere a um processo de evolução contínua e crescente no tempo, porém sem ter um momento final determinado. Entretanto, por se tratar de um processo social, isto é, por depender da intervenção humana, a transição agroecológica implica não somente na busca de uma maior racionalização econômico produtiva, mas também numa mudança nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais.

Por isto mesmo, quando se fala de Agroecologia, está se tratando de uma orientação cujas contribuições vão muito além de aspectos meramente tecnológicos ou agronômicos da produção, incorporando dimensões mais amplas e complexas, que incluem tanto variáveis econômicas, sociais e ambientais, como variáveis culturais, políticas e éticas da sustentabilidade.

2.3. PRINCÍPIOS ECOLÓGICOS

Podemos distinguir *três níveis fundamentais* no processo de transição ou conversão para agroecossistemas sustentáveis:

- 1°) Diz respeito ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso e consumo de insumos externos caros, escassos e daninhos ao meio ambiente;
- 2º) Se refere à substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas;
- 3°) É representado pelo redesenho dos agroecossistemas, pra que estes funcionem com base em novos conjuntos de processos ecológicos;

É implícito na pesquisa agroecológica a ideia de que, por compreensão dessas relações e processos ecológicos, os agroecossistemas podem ser manipulados para melhorar a produção mais sustentável, com menos prejuízos aos ambientes ou impactos sociais e menos insumos externos.

O projeto de tais sistemas é baseado seguindo a aplicação dos princípios ecológicos:

- a) Melhorar a reciclagem da biomassa e aperfeiçoar a disponibilidade de nutrientes;
- b) Assegurar condições favoráveis de solo para o crescimento das plantas, especialmente pelo manejo da matéria orgânica e aumentando a atividade biótica;
- c) Minimizar as perdas devido aos fluxos de radiação solar, ar e água pela forma de armazenamento de água e manejo do solo através de sua cobertura com restos vegetais:
 - d) Espécies e diversificação genética do agroecossistema no tempo e no espaço;
- e) Melhorar o benefício das interações biológicas e sinérgica entre os componentes da agrobiodiversidade;

Estes princípios podem ser aplicados por meio de várias técnicas e estratégias. Cada um destes terá efeitos diferentes sobre a produtividade, à estabilidade e resiliência do sistema agrícola, em função das oportunidades locais, limitações de recursos e, na maioria dos casos, no mercado.

O último objetivo do modelo agroecológico é integrar os componentes de mercado que, em geral a eficiência biológica seja aprimorada, a biodiversidade seja preservada

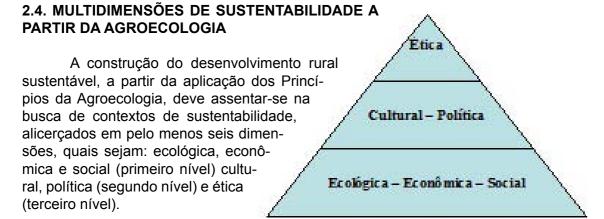


Figura 2.3. Alicerce para a construção do Desenvolvimento Rural Sustentável

2.5. DIMENSÕES: ECOLÓGICA, ECONÔMICA, SOCIAL, CULTURAL, POLÍTICA E ÉTICA

- a) Dimensão Ecológica a manutenção e recuperação da base de recursos naturais constitui um aspecto central para atingir-se patamares crescentes de sustentabilidade em qualquer agroecossistema. Como sugestão de alguns aspectos relacionados à dimensão ecológica que podem ajudar na definição de indicadores, poderíamos citar:
 - Conservação e melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo;
 - Utilização e reciclagem de nutrientes;
 - Incremento da biodiversidade funcional;
 - Redução do uso de recursos naturais não renováveis;
 - Proteção de mananciais e da qualidade da água;
 - Redução da contaminação por agrotóxicos;
 - Preservação e recuperação da paisagem natural;
- b) Dimensão Econômica estudos têm demonstrado que os resultados econômicos obtidos pelos agricultores são elementos-chave para fortalecer estratégias de Desenvolvimento Rural Sustentável. Os aspectos que poderíamos utilizar para o estabelecimento de indicadores são:
 - · Melhoria da renda familiar;
 - Garantia da produção de alimentos;
 - Estabilidade na produção e produtividade;
 - Redução nos gastos com energia não-renovável e insumos externos;
 - Agregação de valor à produção primária;
- c) Dimensão Social ao lado da dimensão econômica, a dimensão social representa precisamente um dos pilares básicos da sustentabilidade, uma vez que a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais somente adquirem significado e relevância quando o produto gerado nos agroecossistemas, em bases renováveis, também passa a ser equitativamente apropriado e usufruído pelos diversos segmentos da sociedade. Aspectos indicativos de êxito ou de fracasso das estratégias orientadas pela dimensão

social, poderiam ser:

- Produção de subsistência (quali-quantitativa) nas comunidades rurais;
- Qualidade de vida da população rural;
- Acesso à educação;
- · Acesso à serviços de saúde e previdência social;
- · Autoestima das famílias rurais:
- d) *Dimensão Cultural* os saberes, os conhecimentos e os valores locais das populações rurais precisam ser analisados, compreendidos e utilizados como ponto de partida nos processos de desenvolvimento rural. Como elementos que poderiam ser considerados no estabelecimento de indicadores de sustentabilidade, podemos citar:
 - Correspondência das técnicas agrícolas com a cultura local;
 - Incorporação do conhecimento local nas formas de manejo;
 - Resgate e aplicação dos saberes locais sobre a biodiversidade;
 - Valores culturais e sua relação com o calendário de trabalho agrícola;
- e) Dimensão Política a dimensão política da sustentabilidade tem a ver com os processos participativos e democráticos que se desenvolvem no contexto da produção agrícola e do desenvolvimento rural, assim como as redes de organização social e de representações dos diversos segmentos da população rural. Entre os aspetos que podem auxiliar no estabelecimento de indicadores de sustentabilidade referentes à dimensão política, menciona-se:
 - Presença de formas associativas e de ação coletiva;
 - Ambiente de relações sociais adequado à participação;
- Existência de espaços próprios à construção coletiva de alternativas de desenvolvimento;
- f) Dimensão Ética dimensão ética da sustentabilidade requer o fortalecimento de princípios e valores que expressem a solidariedade sincrônica (entre as gerações atuais) e a solidariedade diacrônica (entre as atuais e futuras gerações). Trata-se, então, de uma ética da solidariedade que estabelece o sentido de fraternidade nas relações entre os homens. Na esteira dessa dimensão, a busca de segurança alimentar inclui a necessidade de alimentos limpos e saudáveis para todos e, portanto, minimizar a importância de certas estratégias de produção orgânica dirigida pelo mercado e acessível apenas a uma pequena parcela da população. Igualmente, esta dimensão deve tratar do direito ao acesso equânime (imparcialidade) aos recursos naturais, à terra para o trabalho e a todos os bens necessários para uma vida digna. Em suma, quando se aborda o tema da sustentabilidade, a dimensão ética se apresenta numa elevada hierarquia, uma vez que de sua consideração, pode-se atingir os objetivos e resultados esperados nas dimensões de 1º e 2º níveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Como foi enfatizado, a Agroecologia proporciona as bases científicas e metodológicas para a promoção de estilos de Agricultura Sustentável, tendo como um de seus eixos centrais a necessidade de produção de alimentos em quantidades adequadas e de elevada qualidade biológica para toda a sociedade.

Entretanto, têm-se consciência de que os desafios para se fazer avançar o enfoque agroecológico, numa perspectiva de agricultura e desenvolvimento rural sustentáveis, ainda são muito grandes e complexos, mas não são em absoluto, intransponíveis.

Sua superação depende, primeira e principalmente, de nossa capacidade de diá-

logo e de aprendizagem coletiva, assim como do relacionamento de que sustentabilidade encerra não apenas abstrações teóricas e perspectivas futuristas, mas também elementos práticos que devem ser adotados em nosso cotidiano.

Destaca-se ainda que a socialização de conhecimentos e saberes agroecológicos entre agricultores, pesquisadores, estudantes, extensionistas, professores, políticos e técnicos em geral - respeitadas as especificidades de suas áreas de atuação - é, e seguirá sendo, uma tarefa imperativa neste início de milênio.

Se isto é verdadeiro, todos nós temos o dever e também o direito de trabalharmos pela ampliação das oportunidades de construção de saberes socioambientais necessários para consolidar um novo paradigma de desenvolvimento rural, que considere as seis dimensões (ecológica, econômica, social, cultural, política e ética) da sustentabilidade.





UNIDADE III - A TEORIA DA TROFOBIOSE



urante muito tempo o homem vem produzindo seu alimento e a principal ferramenta para essa produção, cada vez mais necessária, é representada pela agricultura, porém, com o aumento das áreas cultivadas, em função da necessidade cada vez maior de alimentos, os problemas relacionados com a produção, principalmente pragas, doenças de plantas e interferências com plantas infestantes também se multiplicaram. São diversos os fatores que contribuíram para esta multiplicação, e mesmo entre os cientistas há controvérsias, principalmente, com relação a causa deste descontrole. Entre as correntes que tentam explicar este fenômeno, há quem defenda que o surgimento das plantas doentes ocorre devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, o que deu origem a teoria da trofobiose.

Por esta teoria, o estado nutricional da planta é que parece determinar a resistência ou susceptibilidade da mesma ao ataque de pragas e patógenos. Um distúrbio nutricional que resulta de um desequilíbrio na quantidade de nutrientes pode alterar o metabolismo da planta predominando o estado de proteólise nos tecidos, ou seja, degradando as proteínas presentes nos mesmos, no qual os parasitas encontram as substâncias solúveis necessárias para a sua nutrição. Por outro lado, quando existe um equilíbrio nutricional na planta, um ou mais elementos agem de forma benéfica no metabolismo, estimulando a proteossíntese, neste caso, formando proteínas, resultando num baixo teor de substâncias solúveis nutricionais, não correspondendo às exigências tróficas do parasita, ficando as plantas desta forma menos atrativas ao ataque de insetos e microrganismos patogênicos.

Vale ressaltar ainda que, outro aspecto que merece atenção na teoria da trofobiose é a existência de períodos críticos no ciclo da planta, ou seja, períodos em que a proteólise predomina sobre a proteossíntese tornando-a mais sensível a ácaros, pulgões ou fungos patogênicos. Este período crítico pode ser caracterizado, por exemplo, pela formação da inflorescência quando as folhas perdem o poder de síntese, havendo até decomposição de suas próprias proteínas. Em outros estágios do ciclo da planta, que não a floração, também podem ser sensíveis a certas carências nutricionais, tornando-a suscetível.

A fertilidade de um solo não é constante por anos a fio. Há ocasiões em que seu poder de suprir às plantas com nutrientes, cai, promovendo assim, um desequilíbrio nos teores dos elementos nutritivos e, consequentemente, no fornecimento às plantas. Quando no solo com fertilidade equilibrada, a planta elabora sua seiva que transporta proteí-

A Teoria da Trofobiose foi elaborada pelo pesquisador (biólogo) francês Francis Chaboussou, em 1969, que estudou as relações tróficas entre plantas e seus parasitas (pragas e patógenos). Dentro da visão científica, este autor avalia o ataque de insetos e a presença de doenças como um desequilíbrio nutricional causado por estresse hídrico, agrotóxicos, excesso de adubação ou condições climáticas inadequadas que impedem a síntese de proteínas (proteossíntese).

Estes fatores acarretam, no tecido vegetal, o acúmulo de acúcares e aminoácidos solúveis que consequentemente não são transformados em carboidratos e proteínas (proteólise). Crescendo em condições nutricionais ótimas, as plantas desenvolvem uma imunidade adquirida a insetos e microrganismos causadores de doenças o que reflete positivamente na produção de biomassa das plantas cultivadas nessas condições.

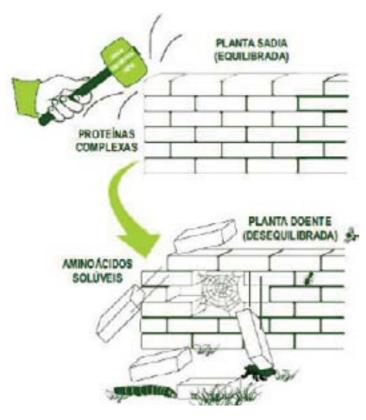


Figura 3.1. Teoria da Trofobiose – o estado nutricional da planta, pode determinar a resistência ou susceptibilidade da mesma ao ataque de pragas e patógenos. Fonte: Meirelles; Rupp (2005)

3.1. REPERCUSSÕES DOS AGROTÓXICOS SOBRE A FISIOLOGIA DA PLANTA

A utilização de diversos hormônios, de herbicidas e o emprego dos adubos foliares, técnicas presentes na agricultura moderna, bastariam para mostrar que os tecidos vegetais deixam-se penetrar por numerosos produtos usados como fitossanitários. Ao contrário, é necessário observar que muitas vias de entrada são possíveis: via foliar e radicular, pelas sementes e ainda pelo tronco e galhos.

Há diversos estudos que salientam a repercussão dos agrotóxicos sobre a nutrição da planta e a fertilidade do solo. Em relatório apresentado pelo grupo internacional de

controle integrado em pomares (IOBC), salienta, de um lado, a importância da fertilização e de outro, dos tratamentos com agrotóxicos sobre a resistência da macieira a Oidium nas folhas e às moléstias dos frutos.

Está bem especificado que o Captan estimula particularmente o desenvolvimento de Oidium. Da mesma forma, as fertilizações nitrogenadas excessivas e os tratamentos a base dos fungicidas Captan, Tuzet, Mancozeb entre outros, aceleram a maturação dos frutos e reduzem sua resistência em relação aos parasitas de armazenamento, tais como Gloesporium e Nectria. Esta sensibilização parece ter sua origem num processo de ordem nutricional. Os autores do relatório salientam que "o nitrogênio total aumenta após quase todos os tratamentos fungicidas". E, também, que existem diferenças importantes no teor de aminoácidos, segundo o agrotóxico usado.

Constata-se também, neste relatório, que certos fungicidas anti-Oidium fazem os ácaros regredirem, por um efeito tóxico imediato, mas estimulam, em seguida, sua multiplicação por um pós-efeito trófico indireto. Entretanto, ainda há mais: após a decomposição do material vegetal (principalmente folhas), contendo fungicidas sistêmicos que lhe foram aplicados, a grande maioria desses compostos entra no ecossistema do solo podendo assim, afetar os processos de decomposição.

3.2. CAUSA DO DESENCADEAMENTO DE MULTIPLICAÇÃO DE PRAGAS E DOEN-**CAS PROVOCADAS PELOS AGROTÓXICOS**

A trofobiose pode explicar o aumento da sensibilidade da planta aos parasitas pela ação dos agrotóxicos. Tal afirmação pode ser explicado pela ação de determinados agrotóxicos que agravam o desenvolvimento, tanto de doenças fúngicas, como viróticas, com a multiplicação de pragas, como ácaros e pulgões, todos organismos picadores.

Estes ataques não são, absolutamente, devido ao desaparecimento de eventuais fatores antagonistas. Ao contrário, o desenvolvimento das pragas tem por origem um aumento do seu potencial biótico (ação positiva especialmente sobre a fecundidade, longevidade e velocidade de reprodução desses organismos). Estas modificações são de origem nutricional ou trófica – a Teoria da Trofobiose é proposta como explicação do que foi convencionado chamar de "deseguilíbrios biológicos".

Vê-se que, mesmo sem serem idênticas, as necessidades nutricionais dos diferentes "parasitas" são constituídas de substâncias solúveis, como aminoácidos livres ou glicídios redutores. Consequentemente, é criando um estado de proteólise dominante que os agrotóxicos sensibilizam a planta. Desse modo, é inversamente, por estímulo da proteossíntese, através de diversas técnicas, que reforça-se a resistência da planta.

Um determinado número de produtos sintéticos, indiferentemente, inseticidas ou fungicidas, podem também intensificar as multiplicações dos ácaros. Destacam, sobretudo, DDT, Carbaryl, Captan e diversos ésteres fosfóricos. Nas condições em que aceleram a proliferação, esses produtos provocam uma inibição da proteossíntese. É este enriquecimento dos tecidos da planta em substâncias solúveis que repercute, de maneira positiva, sobre o potencial biótico desses animais.

Esta forma de determinismo já havia sido relatado na literatura por alguns pesquisadores. Desse modo, ficou assinalado que "a multiplicação de Tetranychus após tratamento com DDT era decorrente das mudanças na composição bioquímica das folhas e, consequentemente, do regime de nutrição dos ácaros". Efetivamente, as análises de folhas do algodoeiro submetidas a estes tratamentos, efetuadas a cada cinco dias, evidenciaram diversos fenômenos, como queda regular do teor de clorofila, diminuição do teor de nitrogênio proteico e aumento da concentração de fósforo. Assim, apenas esses dois últimos processos bastariam para explicar o aumento da fecundidade dos ácaros que se nutrem das folhas assim tratadas.

Através de pesquisas com o objetivo de estudar o aumento da incidência de doenças bacterianas, fúngicas e viróticas ficou evidenciado que o uso dos agrotóxicos Zineb e sobretudo *Maneb* favoreceram a infecção dos cachos de uva por *Botrytis cinerea*, a tal ponto que, em numerosas regiões, o morfo cinzento tornou-se o problema patológico mais importante na cultura. Também em tomateiro e morangueiro, estes produtos intensificaram o ataque de *Botrytis*. Alguns autores concluíram que é possível associar o aumento da concentração de zinco nas folhas com o crescimento aparente da suscetibilidade à infecção por *Botrytis*.

Os aumentos de zinco nas folhas são acompanhados de alterações no metabolismo normal da planta. É reforçada a hipótese de que as aplicações de fungicidas ditiocarbamatos podem aumentar a suscetibilidade de certas plantas a Botrytis. Em concordância com a teoria da trofobiose, este processo parece encontrar-se relacionado com a diminuição da proteossíntese.

3.3. A RESISTÊNCIA DA PLANTA EM RELAÇÃO À TEORIA DA TROFOBIOSE

Acredita-se que a proliferação de pragas e, com mais forte razão, o desenvolvimento de doenças, desencadeadas pelo uso de agrotóxicos, não poderiam ser explicados somente pela destruição dos eventuais inimigos naturais. Atualmente sabe-se que se trata de fenômenos indiretos, que se atêm à modificação da fisiologia da planta sob ação dos produtos fitossanitários: quer se tratem de inseticidas, de fungicidas e, com mais forte razão, dos herbicidas. Assim, coloca-se em questão o problema das relações entre a planta e o que podemos justamente chamar de seus parasitas.

De acordo com conceitos postos pelo pesquisador (biólogo) francês Francis Chaboussou, em 1969 e criador da Teoria da Trofobiose, estudando as relações tróficas entre plantas e seus parasitas (pragas e patógenos), sugeriu-se que tolerância é a capacidade da planta de suportar, sem muitos danos, o ataque de uma praga ou patógeno e resistência é a não receptividade ou imunidade, total ou parcial, aos mesmos.

Para a teoria clássica, a resistência da planta procede da presença de substâncias antagônicas nos tecidos, as quais são tóxicas ou repulsivas aos parasitas em questão. O desequilíbrio ocorre quando há destruição dos inimigos naturais, facilitando a proliferação da praga. Contudo, alguns pontos são questionados, como a proliferação de fitófagos após a aplicação de agrotóxicos inofensivos aos inimigos naturais das plantas.

Para os adeptos da teoria da trofobiose, que destacam a importância da nutrição sobre o potencial biótico dos organismos vivos, a tolerância/resistência das plantas ao ataque de insetos praga e patógenos, sem desconsiderar os fatores genéticos inerentes, correlaciona-se positivamente com o estado fisiológico atual da proteossíntese, ou seja, plantas em estado ótimo de síntese de proteínas. Este ocorre quando as condições são favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas, cujas baixas concentrações de compostos solúveis (aminoácidos livres e açúcares redutores), parecem não atrair insetos praga e patógenos.

A proteossíntese é um processo fisiológico pelo qual os aminoácidos livres são reunidos em cadeias polipeptídicas (proteínas) nas plantas, estando relacionada com a ausência dos elementos nutritivos e necessários ao crescimento do parasita.

Porque, então, as duas teorias não poderiam concordar entre si, uma vez que a presença de substâncias consideradas como tóxicas ou antagônicas nos tecidos, poderia na verdade estar relacionada à ausência de fatores nutricionais? A diferença é explicada, baseada em trabalhos com *Helmintosporium* em milho, em que foram avaliados diversos fatores como densidade de plantio, emasculação da espiga e duração da luminosidade. Através da análise das folhas foi pesquisado o determinismo bioquímico da resistência, que envolveu açúcares e fenóis, elementos provavelmente relacionados com o processo. Concluiu-se que a composição química da planta parece exercer uma influência predominante na resistência.

Outras pesquisas indicam ser a presença do produto químico 6-metoxibenzoxazolinona (fator-A), o fator de resistência a helmintosporiose, porém, como em algumas linhagens com altos teores do fator-A a planta não se mostrou imune, concluiu-se que este não intervém sozinho no mecanismo de defesa. Isso levou Chaboussou a retomar a concepção de resistência relacionada com a ausência ou carência dos elementos nutritivos necessários ao desenvolvimento do parasita. Assim sendo, era necessário determinar como o fator-A inibia o desenvolvimento da helmintosporiose se ele não possuía efeito fungistático, colocando em questão o modo de ação dos compostos fenólicos, o qual postulava que o crescimento miceliano (fungo) na presença destes compostos, depende da cultura e da presença ou ausência de Nitrogênio (N) no meio.

Foi observado que um aporte de N afetou não somente a toxicidade dos fenóis, mas também sua concentração na planta, levando os pesquisadores a questionar o mecanismo de resistência dos compostos fenólicos, se eles realmente são fungistáticos, porque então a adição de certos produtos nitrogenados tem função de contraveneno? Com isto, o papel dos fenóis ficou relativamente obscuro, e do N evidente, no desenvolvimento e virulência de *Helminthosporium* em milho.

Pelas pesquisas têm-se observado que a maior parte dos insetos e dos ácaros fitófagos depende de substâncias solúveis existentes na seiva das plantas ou no suco celular, tais como aminoácidos livres e açúcares redutores, pois estes não são capazes de desdobrar proteínas em aminoácidos. Foi a partir da relação entre o estado nutricional da planta e sua resistência às doenças, que ficou evidenciado que toda circunstância desfavorável ao crescimento celular, tende a provocar um acúmulo de compostos solúveis não utilizados, como açúcares e aminoácidos, diminuindo a resistência da planta ao ataque de pragas e doenças. A partir desse ponto é que a Teoria da Trofobiose foi criada, concordando que todo processo vital está na dependência da satisfação das necessidades dos organismos vivos, ou seja, a planta, ou mais precisamente o órgão vegetal, seria atacado somente quando seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor de substâncias nutritivas solúveis, correspondesse às exigências tróficas (de alimentação) da praga ou do patógeno em questão. Assim, a explicação para o aumento de pragas ou desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas pode estar associada ao estado dominante de proteólise nos tecidos das plantas.

Alguns adubos minerais solúveis, especialmente os nitrogenados, como também agrotóxicos orgânicos sintéticos, quando absorvidos pelas plantas, podem interferir na fisiologia do vegetal, reduzindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores, utilizáveis pelas pragas e agentes fitopatogênicos.

Na agricultura orgânica, os processos empregados no controle das pragas e doenças baseiam-se no equilíbrio nutricional da planta (trofobiose), pelo melhor equilíbrio energético e metabólico do vegetal de modo a aumentar sua resistência ao ataque de fitófagos. O emprego de produtos que contenham microrganismos e seus metabólitos vem sendo amplamente difundido. Além de funcionarem como indutores de resistência, atuam como promotores de crescimento (equilíbrio nutricional) e como protetores da planta, a exemplo dos entomopatógenos e fermentados microbianos (biofertilizantes líquidos). Este último pode atuar como repelente ou fagodeterrente (inibidores de alimentação) ou afetando o desenvolvimento e reprodução das pragas.

3.4. PROTEÇÃO DA PLANTA POR ESTIMULAÇÃO DA PROTEOSSÍNTESE

A proteossíntese pode ser afetada por diversos fatores, destacando-se a espécie, variedade, clima (energia solar, temperatura e umidade), solo (composição química, estrutura e aeração), fertilização (orgânica e mineral), tratamentos com agrotóxicos entre outros.

Com relação à proteção da planta por estímulo à proteossíntese, a nutrição toma um aspecto preponderante. Dessa forma, antes de abordar o estudo das repercussões sobre o metabolismo e a resistência da planta, elemento por elemento, é útil recordar rapidamente o objetivo da adubação.

A curto prazo, ela tem o papel de fornecer à planta todos os elementos de que necessita para se desenvolver e dar uma colheita rentável. É o ponto de vista geralmente adotado pela agricultura clássica. Mas, a longo prazo, é oportuno prever a manutenção da fertilidade do solo, além de não se provocar eventuais descontroles através de agrotóxicos, introduzidos intencionalmente ou não ao solo.

Para que as plantas figuem livres de danos econômicos causados por pragas e patógenos, há a necessidade não apenas da disponibilidade e quantidade de todos os macro e micronutrientes essenciais, mas que os mesmos estejam em proporções satisfatórias, isto é, que haja equilíbrio dos nutrientes entre si e ainda, tanto aqueles que se encontram com baixa disponibilidade, tanto os que estão em excesso, são limitantes para as culturas. O excesso de um nutriente pode levar a deficiência de outros, com reflexo imediato no metabolismo vegetal e na sua resistência à espécies daninhas.

Há evidências experimentais que o excesso de N provoca deficiência de K, Mo, Fe, Cu, Mn e Ca, o excesso de P causa deficiência de Ca, Fe e Zn, o excesso de K causa deficiência de Mg, Ca, e Na e o excesso de cálcio pode causar deficiência de K, Mg, Fe, Cu, Zn, B e Mn.

Os micronutrientes são essenciais para o funcionamento das enzimas, podendo ser divididos em dois grupos: os que fazem parte das enzimas (ferro, cobre, zinco e molibdênio) e os que são apenas ativadores de enzimas (manganês, cloro e boro).

A indisponibilidade de Mo, Fe, Cu e Mn causada pelos adubos nitrogenados solúveis prejudica a proteossíntese, acumulando nitrogênio na forma de nitrato, dado que esses nutrientes ativam as flavoproteínas as quais reduzem o NO⁻, e o NH₃.

O potássio desempenha papel fundamental no metabolismo glicídico e fosfatado das plantas e que o mesmo encontra-se ligado à resistência dos vegetais às pragas e patógenos, atuando na translocação dos aminoácidos da fonte (ex. folha fotossinteticamente ativa) para o dreno (ex. fruto em desenvolvimento).

O potássio e o fósforo, o qual é constituinte dos ATPs, são necessários para que os aminoácidos sejam reunidos em cadeias polipeptídicas (proteínas). Estes elementos podem tornar-se indisponíveis às plantas devido a alterações das propriedades físicas e químicas do solo, induzidas por fertilizantes minerais solúveis, levando a redução da proteossíntese.

Existem evidências experimentais que o N em desequilíbrio provoca várias doenças além de influenciar no aumento de pragas em diversas culturas. O N amoniacal (sulfato de amônia, nitrato de amônia) acarreta um nível mais baixo de proteossíntese (aumenta o conteúdo dos aminoácidos nas folhas) em relação ao N nítrico, tornando as plantas mais sensíveis aos patógenos e insetos praga.

Dessa forma, torna-se importante saber que toda prática que favoreça a proteossíntese, melhora, simultaneamente, a resistência da planta e a qualidade da colheita, como no caso de correções de carências de qualquer elemento nutritivo que esteja em desequilíbrio no solo.

3.5. TÉCNICAS AGRÍCOLAS E QUALIDADE DAS COLHEITAS

Na agricultura comercial, geralmente, a preocupação é maior com a quantidade do que com a qualidade. Ás vezes nos preocupamos com certa qualidade, mas que só diz respeito a um critério comercial. Frequentemente, trata-se apenas de um aspecto exterior. Assim, os frutos manchados são, comercialmente, de má qualidade. É igualmente,

de má qualidade toda a colheita maculada com resíduos de qualquer agrotóxico.

Contudo, o que se entende por qualidade, do ponto de vista agroecológico, reside no seu valor nutricional, isto é, na sua composição em elementos nutritivos, podendo se alterar pela forma como a planta foi condicionada, através das técnicas de cultivo. Percebe-se que a planta e sua produção podem ser modificadas pelos adubos que receberam ou pelos tratamentos com agrotóxicos que sofreram. Afora toda a questão dos resíduos, os agrotóxicos e os adubos são igualmente capazes de modificar, num ou noutro sentido, o valor nutricional da planta, por ação sobre o seu metabolismo.

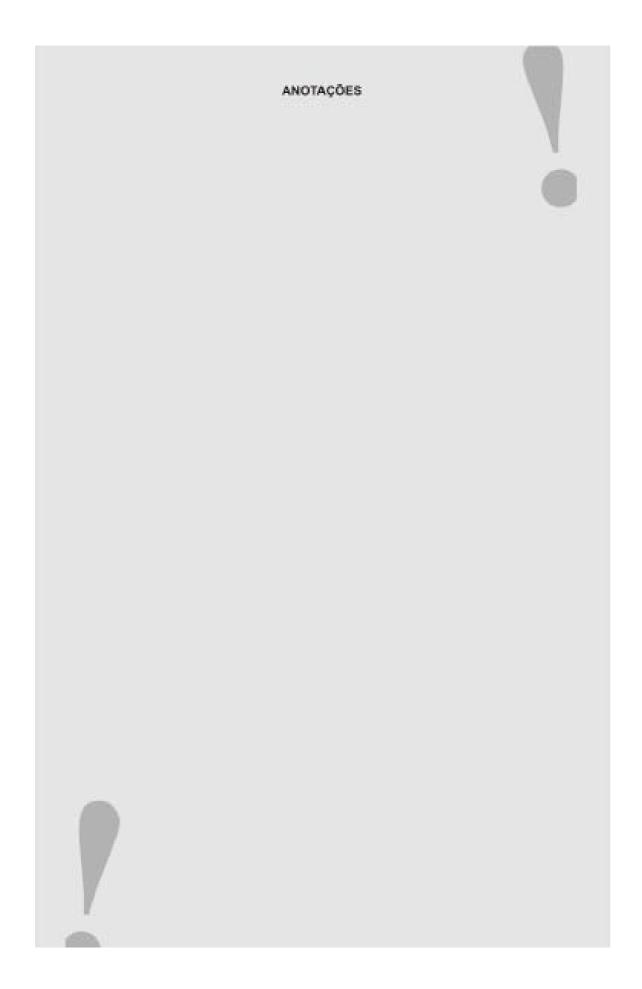
Os agroecólogos há muito se deram conta disto e louvam obter colheitas de melhor qualidade, graças a seus métodos de cultivo. As técnicas agrícolas que são importantes para uma colheita de qualidade. Porém, deve-se ressaltar que dentre outras, a nutrição das plantas cultivadas, vem basicamente em primeiro lugar, principalmente quando a fonte dos nutrientes essenciais provém da adubação orgânica por diversos motivos.

Com a adubação orgânica constata-se, de um lado, a elevação das concentrações de elementos minerais (exceto sódio), bem como a redução da presença de compostos indesejáveis, como nitrogênio nítrico e aminoácidos livres, que são produtos nefastos para a alimentação dos vertebrados, incluindo o homem.

Por outro lado, como a adubação puramente química aumenta o teor de água nos tecidos, com a aplicação de esterco, aumenta-se o teor de matéria seca em 96%, se comparado ao tratamento químico com NPK. A concentração de vitamina C (ácido ascórbico), seu teor, sempre comparado ao tratamento NPK, aumenta em 78% com o esterco.

Em síntese, estes resultados provam que a fertilização orgânica estimula a proteossíntese, tanto nas hortaliças, como em cereais, forragens e frutíferas. Inversamente, os adubos nitrogenados solúveis, principalmente quando usados em grandes quantidades, provocam reduções na concentração de metionina nas proteínas, aumentando a proteólise e possibilitando, entre outros fatores, o surgimento de aminoácidos livres, tendo como consequência, a produção de plantas debilitadas e susceptíveis ao ataque de pragas e doenças pela diminuição da proteossíntese.





UNIDADE IV - MANEJO ECOLÓGICO DO SOLO



egundo Ana Primavesi, a ciência clássica dá a impressão do solo ser suporte imutável, estático, o que de fato nunca foi e nunca será. Tentou-se mostrar o solo como ele é: um mecanismo complexo, animado, praticamente vivo, que se modifica constantemente, mas cujo manejo não é tão difícil, conhecendo-se os seus princípios básicos. Modificando somente um único fator do complexo ecológico, que é o solo, modificam-se todos os demais fatores automaticamente, a fim de formar um equilíbrio novo em que cabe o fator modificado. Quando estamos cientes disso, podemos manejar todos os fatores. Se intervirmos inconscientemente, as modificações sobrevirão do mesmo modo, mas nem sempre como esperamos.

4.1. A BIOESTRUTURA DO SOLO

A bioestrutura do solo consiste na sua forma grumosa, estável à água, na camada compreendida entre 0 - 20 cm de profundidade. Pode haver uma agregação boa na camada mais baixa, porém, esta não é estável à água, desmanchando-se quando em contato com a chuva.

O conhecimento de terra fofa ser fértil e produtiva é tão velho como a história da agricultura. Desde que os homens cultivam o chão procuram terra grumosa, e não importa se a procuram com uma vara ou com um cavalo. Onde o tropel do cavalo se tornava surdo, desciam e ficavam, porque a terra era boa. Somente quando o homem montou em tratores perdeu contato com sua terra. Via-se as nuvens de poeira que as máquinas provocavam, mas não pensava em mais nada, a não ser no dinheiro que pretendia ganhar. Terra grumosa é porosa, permitindo a pronta infiltração de água, de ar e a penetração das raízes. Por isso criou-se a expressão de *Fertilidade Física*, pois a *Fertilidade Química*, isoladamente, não podia fazer o solo produzir.

Também chamados de agregados ou torrões, os grumos são partículas de areia, silte e argila que podem ser encontradas em condições naturais em forma de aglomerados. A estrutura é o aspecto do conjunto dos torrões que aparecem naturalmente no solo. (Figura 4.1.)

Para examinar a estrutura do solo, o Pedólogo retira com uma faca ou com o martelo pedológico um bloco de terra de um horizonte e calmamente procura selecionar com os dedos aqueles torrões que, em condições naturais, estão fracamente ligados uns

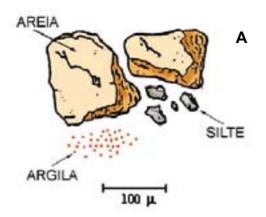
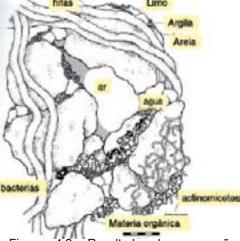




Figura 4.1. Diferenças proporcionais das diferentes frações do solo (A) e o solo composto por partículas de areia e silte que se mantém unidas pela ação da argila e matéria orgânica, formando agregados estáveis (B). Fonte: Fernando & Francelino (2001).

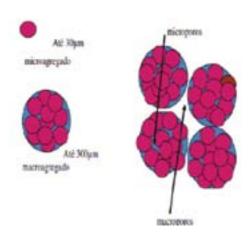
A formação de estruturas é ocasionada por vários fatores, que podem ser visualizados como agindo em suas etapas: união das partículas de solo e aparecimento de fendas que separam os torrões. Esta união é provocado por substâncias que têm a propriedade de ligar as partículas uma às outras. Entre as principais estão certos produtos orgânicos advindos da decomposição de restos vegetais e substâncias minerais, como os óxidos de ferro e as próprias argilas. (Figura 4.2.)

Depois que as partículas são unidas por esses agentes, a umidade e ressecamento alternados causam expansão e retração da massa do solo, o que provoca sinais de rachaduras e conglomerados de partículas, os quais terminam gila e outros componentes do solo (MO), por formar os torrões do solo.



4.2. Resultado da agregação Figura das partículas primárias areia, silte e aroriginando massas distintas e formando agregados estáveis. Fonte: Brandy (1983).

Nessa etapa, outros processos podem agir e provocar rachaduras como, por exemplo, a ação da penetração das raízes e as galerias cavadas pelos pequenos animais



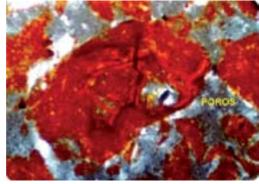


Figura 4.3. - Fotomicrografia de solo apresentando suas diversas fases. Podem-se observar agregados em diversos tamanhos como os espacos vazios entre eles (poros) (A) e a representação esquemática dos macroporos e, dentro dos agregados os microporos (B). Fonte: Fernandes Filho; Francelino (2001).

que vivem no solo. Entre os torrões do solo encontram-se os poros maiores ou macroporos e, dentro dos torrões os microporos (Figura 4.3). A quantidade de macroporos depende do modo com que os torrões se ajustam, da mesma forma que o número de cômodos de uma casa depende da disposição das paredes.

Primavesi (2002) distingui grumos de grânulos ou torrõezinhos não só pelo peso específico, mas também pela forma. Os grumos geralmente têm um tamanho variando entre 0,5 a 2,0 mm de diâmetro, sempre possuem cantos arredondados e são transpassados por grande quantidade de microporos. Em terra úmida, onde podem grudar em torrões maiores, quando quebrados, sempre apresentam uma face de ruptura muito irregular, cheio de protuberâncias arredondadas. São o produto de agrupamento biológico e nunca de destorroamento mecânico.

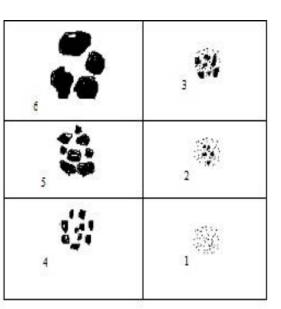


Figura 4.4. Classificação dos agregados do solo segundo sua estabilidade à água. Fonte: Primavesi (2002).

Os grânulos ou torrõezinhos podem ter um tamanho de 0,2 a 2,0 mm de diâmetro, sempre possuem cantos agudos, não têm microporos e quando quebrados produzem faces de ruptura retos e lisos. Por isso distinguem-se entre grumos e grânulos. (Figura 4.4)

- 1. Todos os grumos desmanchados;
- 2. Existem alguns fragmentos de grumos intactos;
- 3. Existem ainda alguns grumos intactos;
- 4. Quase todos os grumos quebrados mas nenhum desmanchados;
- 5. Parte dos grumos quebrados;
- 6. Todos os grumos intactos (perfeita estabilidade à água).

Grumos sempre são o produto final da agregação química e biológica. Já grânulos são o produto do destorroamento mecânico de adensamentos. Grumos são estáveis à água e, portanto, não desmoronam com a chuva, especialmente quando foram protegidos por uma cobertura morta ou pela vegetação. Os grânulos desmancham-se em contato com a água, mesmo se foram protegidos, causando crostas superficiais e adensamentos subsuperficiais.

Em anos relativamente secos, com chuvas "mansas" mas bem distribuídas, os solos adensados, bem preparados, podem dar colheitas boas, uma vez que as chuvas não conseguiram desmanchar todos os grânulos, mantendo-se o solo permeável. Em anos mais chuvosos, especialmente quando houver chuvas torrenciais, já as primeiras chuvas formam uma crosta superficial, impermeabilizando o solo contra a entrada de ar e água. E, logo em seguida, forma -se uma laje impermeável subsuperficial, de modo que as colheitas serão baixas.

Para formar grumos estáveis à ação da água necessita-se de matéria orgânica e microrganismos. Estes, na decomposição de material celulósico, produzem uma "geleia bacteriana", os ácidos poliurônicos, que colam os agregados (menores) a grumos (maiores). (Figura 4.5.) As bactérias mais eficientes são os Cytophaga e Sporocytophaga, bactérias aeróbias, que quando bem nutridas, podem produzir grandes quantidades de "cola" ou material cimentante.

O material cimentante, produzido pelas secreções bacterianas é um acúcar ácido, servindo de alimento para fungos e actinomicetos, que com suas estruturas de crescimento (hifas) envolvem os grumos e os entrelaçam, conferindo-lhes assim, a estabilidade à água.

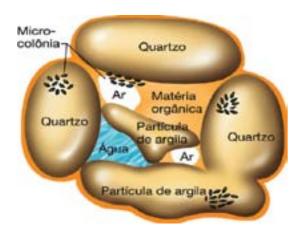


Figura 4.5. - Material celulósico unem os agregados menores a grumos maiores, conferindo a estabilidade à água. Fonte: http:// www.webartigos.com/articles/2485511/Aaqua-e-os-poros-do-solo

4.2. COMO MANEJAR SOLOS TROPICAIS

Em todas as zonas tropicais do mundo, procuram-se novos caminhos de preparo do solo, porque ficou evidente que não é o clima quente que impede uma produção adequada da terra, mas sim, o manejo errado de seus solos, pois em "clima temperado o solo deve estar exposto ao sol, enquanto em clima tropical, o solo deve ser protegido do sol". Segundo este princípio, os países em zona temperada desenvolveram o preparo e cultivo de seus solos. Durante milênios o solo somente vinha sendo riscado com um gancho de madeira para afrouxá-lo e poder plantar a semente. Mas, isso não foi suficiente na Europa fria. Aproximadamente 150 anos atrás teve-se a ideia salvadora para a Europa: virar o solo em lugar de afrouxá-lo. Assim ele consegue secar mais rápido da umidade do degelo e aquecer-se mais depressa, podendo ser plantado com maior êxito na primavera.

Os países de clima temperado, agora mecanizados e tecnificados começaram a divulgar e exportar seus conhecimentos sobre a mecanização. Mas, em sua euforia esqueceram-se que as técnicas que exportaram eram tão somente úteis para climas frios e temperados. E, quando as máquinas, que fizeram produzir os solos frios, chegaram para trabalhar os solos quentes, as técnicas para aquecer e enxugar os solos não me-Ihoraram a produção dos trópicos, mas criaram desertos ou a improdutividade dos solos na Índia, na África e no Brasil. Após 2 a 3 anos de boa produção, as colheitas decresciam irrevogavelmente.

a) Preparo do solo:

Tem o objetivo de adequar o solo para o desenvolvimento das plantas tais como:

- Formação de agregados;
- Presença de ar e água;
- Atividade de microrganismos;
- Adição de matéria orgânica (M.O.), corretivos e nutrientes;

b) Época de preparo do solo;

Na instalação do Sistema Ecológico de Produção, corrigir primeiro os fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas para proceder a fase inicial de transição:

- Físicos (compactação e drenagem);
- Químicos (macro, micronutrientes e calagem);
- Biológicos (adição de M.O.), principalmente;

É importante considerar as condições locais para dar início ao preparo do solo tais como: época do ano, declividade e condições de compactação e drenagem. De modo geral, as principais etapas de preparo do solo são:

- Descompactação medidas que servem para romper as camadas densas do solo:
- Mobilização do solo para deixar a camada arável do solo permeável. Deve-se sempre lembrar que esse procedimento é feito sem afetar a estrutura do solo de modo marcante, servindo apenas para permitir o desenvolvimento radicular e melhoria na infiltração da água e ar:
- Incorporação os restos vegetais, adubos orgânicos e corretivos, devem ser incorporados superficialmente até a profundidade de 8 cm;

4.3. A ARAÇÃO: COMO E QUANDO USÁ-LA

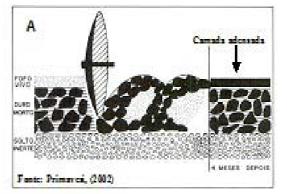
No manejo ecológico do solo, quando necessária, a aração deve ser realizada obedecendo a alguns procedimentos importantes de modo a não causar grandes movimentações no solo e assim, provocar desestruturação da camada agricultável. Deve-se ressaltar que o objetivo da aração nesse sistema de produção e de afrouxar o solo, eliminar as invasoras e preparar o campo para a semente.

Nos trópicos, a camada "viva" do solo raramente ultrapassa 18 cm de profundidade e, quando o solo é revolvido, esta camada grumosa é enterrada. O resultado é um "stand" desigual da cultura (número de plantas diferentes com o mesmo espaçamento).

A terra inerte é virada à superfície. Pode ser grumosa mas não resiste ao impacto das gotas de chuva, formando uma crosta superficial e um adensamento subsuperficial. Os grumos enterrados não se podem manter neste ambiente pouco ventilado. Os poros, existentes entre eles, são preenchidos com as partículas finas de argila levadas pela água solo adentro, da camada superficial instável à água.

A aração no manejo ecológico do solo vale o princípio: nunca arar mais profundo do que 2 cm abaixo da camada grumosa. Como a determinação da profundidade exata da aração exige alguma prática, deve-se tornar regra limitar a aração entre 12 até 15 cm de profundidade. Se existir a necessidade de uma aração mais profunda, deve-se usar o subsolador.

Na Figura 4.6.A vê-se a aração incorreta. O arado passa pela camada adensada na tentativa de rompê-la, virando-a à superfície, abafando a camada grumosa, agora enterrada. Após alguns meses o solo será compacto, sendo pior do que antes da aração. Já na, o arado entra somente 2 cm no adensamento, sendo a laje rompida pelo subsolador.



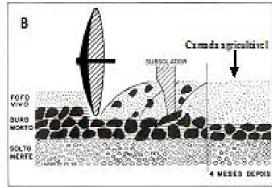


Figura 4.6. Efeito de uma aração incorreta (A) e correta (B) sobre a bioestrutura do solo. Fonte: Primavesi

Os poucos torrões misturados com a terra grumosa podem ser "absorvidos" por esta. No fim do período toda terra arada apresenta-se grumosa.

Esta técnica fez com que muitos não quisessem se arriscar a uma aração, talvez errada, inclinando-se para o preparo mínimo do solo ou para o plantio direto, que veremos mais adiante. Passa-se uma grade para incorporar superficialmente a vegetação e em seguida o subsolador. Porém, seja advertido que grade recortada também revolve parcialmente o solo e em solo arenoso pode igualar a uma aração. O solo arado profundo demais, expondo-se ao adensamento à superfície, mesmo se for pulverizado (partículas menores), não resiste nem à primeira chuva, formando-se logo em seguida uma crosta que em casos extremos pode atingir até 5 cm de espessura.

4.4. RELAÇÃO DAS PRINCIPAIS PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

Práticas conservacionistas são procedimentos ou trabalhos realizados com o objetivo de manter o solo produtivo, ou de dar a ele, condições para que se torne produtivo. Se um solo é profundo e rico, tem boa reação química, e as práticas conservacionistas são feitas para manter essas características. Deste modo, faz-se o controle da erosão para evitar que ela torne o solo raso, faz-se análises periódicas e adubações de retorno ou de correção (adubações para compensar os nutrientes retirados com as colheitas), faz-se aplicações de calcário para corrigir a acidez, faz-se irrigação para elevar o teor de umidade.

Todas as práticas realizadas no sentido de manter o solo produtivo ou dar-lhe condições de produtividade, são chamadas práticas conservacionistas.

4.4.1. Uso da Cobertura Morta ou "Mulching"

Consiste em se cobrir o solo total ou parcialmente, utilizando-se de capins, palhas, cascas, plásticos, etc. Não é uma prática nova, mas apesar disso, ainda é pouco conhecida. Pouco estudada, seu uso pode trazer uma série de benefícios, às vezes facilmente visíveis e comprováveis, e pode, também, fazer-se acompanhar de alguns riscos. Embora sendo recomendada para todas as circunstâncias (todas as culturas, todos os tipos de solo e todos os climas), ela é mais usada nas culturas permanentes (ex. frutíferas).

Em algumas regiões, a cobertura morta é usada com o objetivo de absorver e reter calor (terras altas); para o controle à erosão (terras declivosas) e em outras para aumentar a infiltração e armazenamento de água das chuvas no solo (terras de regiões áridas e semiáridas).

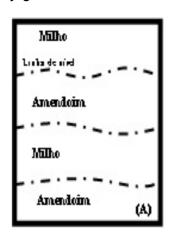
Seus principais benefícios são no controle à erosão; no melhoramento da umidade do solo, pois há uma maior infiltração das águas e menor evaporação; reduz a temperatura do solo nos primeiros centímetros de profundidade; aumenta o teor de matéria orgânica, pois o material usado na cobertura vai se decompondo e incorporando-se ao solo, com reflexos positivos na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; aumento do sistema radicular, tanto em extensão como em número e controle de plantas invasoras.

Esse manejo pode ser dado ou realizado em qualquer época do ano, de preferência no final do inverno. Os materiais usados podem ser capins (colonião, Jaraguá, gordura), palhas (milho, arroz, trigo), cascas (café, amendoim, mamona, arroz), pó de serra, retalhos ou tiras de madeira, plásticos, esterco, cama de curral, etc. Vale ressaltar que, no caso de se usar capins, deve atentar para cortá-lo quando não tenha semente, pois evita o "sementeamento" a introdução dessas espécies sem controle em toda a área.

4.4.2. Cultivos em faixas de rotação, de retenção e conjugadas

Prática conservacionista que se caracteriza pela distribuição das culturas em faixas niveladas, isto é feito objetivando diminuir a velocidade das águas e aumentar a sua infiltração, trazendo como consequências, menos arrastamento de solo e maior quantidade de água no solo. Os benefícios são tanto maiores quanto maior for a densidade (mais fechada) da ou das culturas usadas. Existem três tipos de culturas ou cultivos em faixas: Faixas de rotação, de retenção e conjugadas.

a) Faixas de rotação - para se fazer as faixas de rotação, divide--se a gleba (área a ser cultivada), usando-se linhas em nível, em várias faixas, e nessas faixas faz-se o plantio das culturas, sendo que há uma rotação anual das culturas nessas faixas, procurando sempre alternar culturas mais densas com culturas menos densas. (Figura 4.7.)



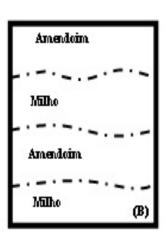


Figura 7. Faixas de rotação em dois anos agrícolas (A) safra 2008-2009 e (B) 2010-2011.

Os cultivos em faixas de rotação, além dos benefícios já apontados (controle à erosão e maior infiltração de água), ainda oferecem as vantagens da rotação de culturas (controle de doenças e pragas, melhor exploração da fertilidade do solo, etc.).

b) Faixas de retenção - consiste em se locar no terreno, de distância em distância, uma linha de nível, e sobre ela plantar uma faixa de uma vegetação densa (que feche bem) como a cana, a erva-cidreira, o vetiver, etc. Entre essas faixas faz-se as lavouras. Essas faixas ou esses renques devem ter de 2 a 4 metros de largura. (Figura 4.8.)

A largura das faixas varia de acordo com o declive, com a cultura, tipo de solo, precipitação, etc. Para efeito de orientação e simplificadamente pode-se usar:

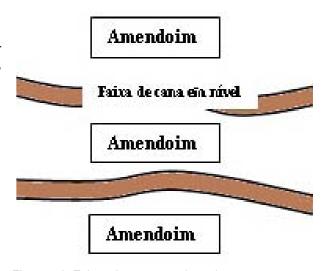


Figura 4.8. Faixas de retenção plantadas com canade-açúcar.

Declive	 Largura da faixa
Até 3%	 5 metros
4 a 6%	 4 metros

Quando o declive for superior a 6% a gleba precisa ser terraceada e nesse caso, a largura das faixas é a largura (espaçamento) entre terraços. A faixa de retenção deve ficar sobre o camalhão ou abaixo dele (nunca dentro do canal).

4.4.3. Cordões de Contorno: objetivos, tipos e finalidade da vegetação utilizada

Esse tipo de prática conservacionista permite o uso de faixas de vegetação que circundam a propriedade, proporciona o isolamento das áreas de cultivo dividindo em talhões. São múltiplas as finalidades dos cordões em contorno: funciona como barreiras fitossanitárias, pela diminuição da livre circulação de pragas e agentes causadores de doenças tanto na propriedade como entre propriedades vizinhas, mas principalmente entre talhões de cultivo; propicia a criação de microclimas que favorecem a formação de áreas de refúgio e abrigo para inimigos naturais de pragas e outros pequenos animais úteis.

Os cordões de contorno podem ser confeccionados por uma ou várias espécies, incluindo a própria vegetação natural. Como exemplos de espécies que podem servir como fontes de biomassa e nutrientes são capins e leucenas, bem como fixadoras de nitrogênio, como os adubos verdes; espécies atrativas para insetos e pequenos animais, e ainda plantas de interesse econômico, visando complementação de renda da atividade principal.

Algumas dificuldades podem ser encontradas por produtores orgânicos, de modo que os mesmos não aceitam ou não podem dispor de áreas de cultivo dentro da propriedade com espécies que não tenham interesse econômico. Dessa forma, aproveitam as áreas dos cordões para a introdução de outras espécies, que além de apresentar características adequadas para tal, possam também prover algum retorno econômico para o produtor e que não venham causar prejuízos à cultura ou culturas principais. Podemos destacar, como exemplos, banana, café, mamão, outras espécies frutíferas, plantas melíferas, condimentares, medicinais e ornamentais ou ainda a combinação entre elas.

Os produtores que se dispõem a utilizar os cordões de contorno podem ser devido a um objetivo ou vários concomitantemente. Visando combater a erosão, aumentar a retenção de água, abrigar inimigos naturais de pragas e agentes causadores de enfermidades nas plantas. As espécies utilizadas para a confecção de tais contornos podem variar sua composição de acordo com os extratos de vegetação possíveis: arbóreo, arbustivo e herbáceo. Em regiões de vento forte, o produtor deve optar por extratos mais altos, introduzindo uma faixa de quebra-ventos nos cordões de contorno que circunda a propriedade. Para isto deve-se utilizar uma vegetação arbórea e mais robusta com espécies como leucena e gliricidia, por exemplo. Uma vez estabelecido o quebra-vento, associa-se a ele extratos mais baixos com plantas arbustivas e herbáceas, completando--se o cordão de contorno.

Pode-se ainda, utilizar capins e adubos verdes podendo ao não ser incorporadas ao solo, de modo a enriquecê-lo com matéria orgânica e elementos minerais, que proporcionam melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo. Deve-se ressaltar ainda que, neste caso, duas melhorias são observadas no solo com espécies de gramíneas (ex. capins) e leguminosas (ex. mucunas, guandu, etc.) usadas em cordões de contorno: as primeiras (gramíneas) são plantas protetoras do solo, pois melhoram sua estrutura e proteção contra a erosão e as segundas (leguminosas) são plantas melhoradoras do solo, pois além de melhorarem a estrutura, controla à erosão e absorvem o nitrogênio do ar e fixam-no ao solo para uso posterior na nutrição de plantações subsequentes.

- 4.4.4. Cultivo Mínimo e Plantio Direto como práticas conservacionistas no modelo ecológico de produção agrícola
- a) Cultivo mínimo é um sistema alternativo de preparo do solo que procura preservar sua estrutura, mobilizando o mínimo possível a camada arável. O preparo mínimo pode ser feito com grades niveladoras, grades aradoras e escarificadores, se assim for

No cultivo mínimo em pequenas propriedades pode-se utilizar três procedimentos para manejar a cobertura vegetal ou o material que dará suporte para a implantação do

- Plantas de cobertura na fase inicial de desenvolvimento consiste em realizar o plantio da cultura comercial de porte alto (milho ou sorgo, p. ex.) na fase inicial de desenvolvimento da planta de cobertura, assim que esta já tenha coberto totalmente o solo. Um requerimento básico para esta forma é que as espécies usadas possuam porte baixo e desenvolvimento inicial lento. Os sulcos abertos para a semeadura da cultura comercial (milho) devem ser largos, sendo o sistema de produção com fileiras duplas o mais funcional;
- Plantas de cobertura em plena floração para que esta forma de cultivo mínimo seja eficiente, as plantas devem possuir porte baixo e cobertura uniforme do solo. A partir da plena floração, os sulcos devem ser abertos e em seguida realizada a semeadura do milho, mandioca ou de outras culturas. Para que esta forma de cultivo seja eficiente e funcional, é necessário que por ocasião do plantio, as plantas já tenham paralisado seu crescimento (após o florescimento) a fim de evitar que cubram novamente os sulcos e abafem as culturas comerciais:
- Plantio após o acamamento das plantas de cobertura um exemplo típico desta forma de cultivo é o das mucunas de caules volúveis. O plantio da mucuna é realizado entre as fileiras de milho, quando este se encontra na fase de grãos leitosos, sendo a colheita efetuada 45 a 60 dias após, antes que a mucuna tome conta totalmente da lavoura. Após a cobertura total e quando do início de um novo plantio comercial, a planta de cobertura é acamada esperando-se secar para realizar o sulcamento e semeadura da cultura econômica:
- b) Plantio direto é um processo em que a semeadura é feita diretamente no solo coberto com palhada, sem a realização do preparo do solo convencional ou mesmo mínimo. Geralmente ocorre a sequência de cultivos, gramíneas e leguminosas e vice-versa, que garantem um material orgânico de elevada relação C/N (gramíneas) para a proteção do solo e outro de relação C/N baixa capaz de fixar nitrogênio ao solo (leguminosas). (Figura 4.9.)



Figura 4.9. Cultivo orgânico de repolho em cobertura de palha de

Fonte: http://cultivehortaorganica.blogspot.com/2011/07/recomendacoes-gerais-para-cultivo-de_15.html

A seleção de espécies para iniciar o plantio direto deverá ser efetuada visando o tipo de exploração e os principais fatores a serem observados são:

- Quantidade de massa seca produzida é o fator mais importante nesse sistema, visto que este irá determinar o equilíbrio entre o que é necessário para manter o teor de matéria orgânica. Esta apresenta notável variação quanto ao local devido, principalmente às condições de solo, climáticas e qual o ponto de partida que se encontra;
- Capacidade de desenvolvimento radicular é o que irá promover a agregação do solo. Portanto, a capacidade de produzir massa vegetal sob o solo (radicular) tem importância igual ao da massa na superfície. Algumas espécies possuem grande quantidade de raízes. Se comparada as famílias de plantas de forma genérica, pode-se afirmar que as gramíneas possuem sistema radicular mais abundante apesar de não produzirem raízes muito desenvolvidas, porém em grande quantidade. Desde que existam gramíneas com crescimento exuberante a utilização dessas na fase inicial do plantio direto, será sempre preferida;
- Rápido desenvolvimento inicial é importante para que o solo seja protegido o mais rápido possível. A competição entre plantas irá promover a ocupação do espaço por uma espécie desejável e dificultar a ocupação por outra indesejável;



UNIDADE V - ESTÍMULO À ATIVIDADE BIOLÓGICA



oda a vida terrestre baseia-se no fato de que a planta verde é capaz de formar açúcares, amidos, proteínas e gorduras a partir de água, gás carbônico e minerais na presença de luz. Mas, se não houvesse a destruição posterior dessas substâncias vegetais e animais, as plantas e animais mortos cobririam a Terra e atulhariam os mares, terminando com toda possibilidade da vida continuar. Para que o que está morto seja removido e o mundo permaneça tão limpo como no primeiro dia, existem os microrganismos, que decompõem as substâncias orgânicas em seus componentes básicos: água, gás carbônico e minerais. Somente a energia não volta mais a ser luz, mas perde-se no espaço em forma de calor. A planta verde é formada das substâncias água, CO₂ e minerais na presença de luz, e os microrganismos a decompõe novamente em água, CO2, minerais e calor, de modo que a vida possa reiniciar seu ciclo. Este processo, que garante a continuidade da vida, é tão discreto que é executado por seres microscópicos, existentes em quantidades

incrivelmente grandes, fato que em uma colher de chá de solo, pode-se encontrar de 100

5.1. IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE BIOLÓGICA

a 200 milhões de microrganismos.

Quase ninguém se dá conta de que bilhões de organismos populam cada metro quadrado do solo. Em parte são tão pequenos que somente podem ser vistos ao microscópio (microfauna). Em parte são visíveis a olho nu, mas ainda de tamanho tão reduzido que somente podem ser vistos com observação muito atenta (mesofauna). E, em parte, são de tamanho maior, como as minhocas, centopeias e inúmeros insetos (macrofauna). de modo que já são conhecidos por todos.

O solo não é um conjunto residen-



Figura 5.1. Camada superficial do solo é intemperizada e misturada com organismos vivos e os produtos de suas atividades metabólicas e de decomposição. Fonte: Teixeira et al 2009.

Agroecologia e Agricultura Orgânica

cial onde os seres vivos coexistem sem se conhecerem uns aos outros. Não existem espécies isoladas, habilmente classificadas, existe, sim, uma sociedade intimamente inter--relacionada.

O solo funciona como um corpo, com a diferença de que não possui seus "órgãos" alinhados ao longo de uma espinha, e seu "sangue" não circula em artérias fechadas, mas em poros abertos. Na Biologia designa-se como ser vivo "tudo que possua um metabolismo próprio". O solo o possui. O ser vivo é de ordem superior quando possui temperatura própria. O solo a tem. O ser vivo é considerado um ser terrestre quando aspira oxigênio e libera gás carbônico (CO₂), o solo o faz. Mas, a vida do solo não é fácil de entender, por estarmos acostumados a ver os corpos alinhados numa ossatura e cobertos por uma pele.

A maioria dos componentes da mesofauna e muitos da macrofauna melhoram o solo, especialmente no que diz respeito à mobilização de nutrientes, através de enzimas, e o melhoramento da estrutura, através da ativação da microvida. Em parte melhoram a física do solo, revolvendo-o e cavando-o. Apesar do Brasil ser um dos maiores exportadores de minhocas (Rio Grande do Sul e Pernambuco), geralmente existem muito poucas minhocas em seus solos porque não suportam a insolação direta e as queimadas. Especialmente os solos capinados, expostos ao sol, aquecidos, e compactados pela chuva não são um ambiente propício para elas. Porém, aparecem espontaneamente em todos os solos cobertos se existir um mínimo de fósforo e cálcio. Não se necessita inocular o solo com minhocas, o que necessitamos é criar um ambiente em que possam viver.

Todos os animais do solo, com exceção dos predadores, aumentam a humificação do material orgânico, de modo que muitos autores acreditam que sem animais não se forma húmus. Parece que a atividade principal da mesofauna está na decomposição da matéria orgânica, seu enriquecimento com minerais, seu transporte e sua mistura íntima com o solo mineral. Quer ataquem as folhas ou raízes mortas, ou vivam das dejeções de outros animais, sempre contribuem à humificação. Disso se conclui que a diversificação da vida do solo, mantendo muitas espécies convergentes ou divergentes, está ligada à quantidade de matéria orgânica à disposição.

Os microrganismos do solo necessitam digerir sua alimentação fora de seu corpo, para poder absorvê-la, excretam suas enzimas no solo. Mesmo a fixação de nitrogênio atmosférico é somente um recurso para obter o nitrogênio necessário à decomposição de álcoois e ácidos orgânicos e a formação, temporária, de proteína celular. Portanto, o solo está cheio de enzimas como catálises, uréases, celubiases, peptases, etc., que oxidam e hidrolisam a matéria orgânica em todas as suas formas, a fim de prepará-la como alimento para esta ou aquela espécie de microrganismos.

Fala-se sobre a "Potencial Enzimático" de um solo como expressão de sua atividade microrgânica, o que é muito mais correto que a contagem de germes, uma vez que em meio nutritivo nasce tudo, mesmo os germes inativos no solo. Com intensidade crescente todos os países realizam pesquisas enzimológicas do solo. Quanto maior se torna esse potencial, tanto mais fácil se torna, igualmente, a nutrição vegetal, uma vez que os microrganismos solubilizam muitas substâncias, que também a planta pode aproveitar diretamente, antes que o micróbio as absorva.

5.2. PROCESSOS BIOLÓGICOS

A quantidade de enzimas no solo seria incontrolável se não existisse um equilíbrio delicado entre elas e a fase coloidal do solo, podendo os coloides ser tanto de origem mineral (argila) como orgânica (húmus). Muitas toxinas e muitas enzimas podem ser retiradas de circulação, simplesmente através da absorção pelo complexo coloidal. As enzimas necessitam não somente de uma temperatura específica à sua atividade, que para a maioria das bactérias do solo se situa entre 25 a 32 °C, mas dependem especialmente de uma faixa muito estreita de pH. Cada enzima tem seu pH ótimo em que atinge a maior

velocidade de reação. Fora deste pH os processos químicos ocorrem muito lentamente. Dessa maneira, podem existir as bactérias e as enzimas no solo, mas se o pH for inadequado, são praticamente inativas.

A maneira mais fácil de influir sobre os microrganismos do solo é através da modificação do pH, que se consegue pela calagem, adubação mineral e adubação orgânica. Mas modifica-se a microflora igualmente pela modificação das excreções radiculares (adubação e rotação de culturas) que tanto influem de modo direto sobre as bactérias como de modo indireto por modificarem as excreções no solo, e com isso o substrato "receptor" das enzimas.

Os microrganismos do solo podem ser nossos aliados se soubermos manejá-los, mas também pode ser nossos inimigos ferrenhos se somente soubermos combatê-los. Deve estar claro que um combate bem sucedido é quase impossível, uma vez que este não depende tanto da presença do organismo, mas do meio ambiente e das condições favoráveis que o solo oferece, permitindo a reinstalação do organismo.

A proliferação dos microrganismos é limitada pelo pH, riqueza mineral do solo, espécie de matéria orgânica, temperatura e umidade. Em solo com temperatura acima de 20 °C, como ocorre em clima tropical e subtropical, predominam as bactérias, havendo menos fungos e actinomicetos. As bactérias, porém, são extremamente ativas na decomposição de matéria orgânica, não permitindo a acumulação de húmus. Por isso, não se acumula matéria orgânica em terras tropicais, como ocorre em climas temperados. Somente em altitudes acima de 1.000 metros, onde as temperaturas são mais baixas e predominam os fungos, que são decompositores muito lentos, há formação de húmus em maior quantidade.

Durante toda a sua vida a planta vive em íntima relação com os microrganismos. Todas as plantas, com exceção de Crucíferas e Liliáceas, possuem micorrizas em suas raízes, isto é, fungos que as ajudam a mobilizar os nutrientes em volta da raiz. (Figura 5.2.) Muitas plantas, mas especialmente as árvores leguminosas, têm uma simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio tanto nas raízes como nas folhas. Mas essa relação não necessita ser tão íntima. Na rizosfera, isto é, no espaço densamente enraizado do solo, existe um grande número de bactérias, fungos e actinomicetos, que se aproveitam das excreções radiculares da planta, e



Figura 5.2. Relação das micorrizas com as raízes do pinheiro (Pinus). Fonte: http:// www. algosobre.com.br/biologia/miconizas.html

que incluem aminoácidos, acúcares, hormônios, vitaminas e um grande número de ácidos orgânicos.

Estas substâncias servem como fonte de carbono para os microrganismos, isto é, energia, e estes, em troca, defendem o espaço da raiz com antibióticos contra patógenos. Não porque zelam pela saúde vegetal, mas, simplesmente, porque não "querem" compartilhar com outros esta fonte segura de alimento. Quanto melhor nutrida a planta, tanto mais intensa a microvida na zona de sua raiz e tanto mais garantida a planta está contra doenças.

A relação microrganismo-planta depende principalmente das condições da planta. Se esta for bem nutrida, crescendo forte e sadia, os microrganismos a beneficiam e a

5.2.1. Fixação simbiótica do N2 em leguminosas tropicais

Como o nitrogênio é o nutriente vegetal que mais falta no mundo e sua produção sintética ainda não ultrapassam os 8% da necessidade mundial, todas as possibilidades de fixação por outros meios são de grande importância, destaque dado aos naturais (leguminosas) ou espontâneos (mineralização da M.O.). Várias plantas possuem bactérias noduladoras ou rizóbios, mas conhece--se especialmente as leguminosas como exemplos. (Figura 5.3.) Porém, é um erro acreditar que todas as espécies leguminosas sejam noduladoras. Das 1.200 espécies de leguminosas existentes no mundo, 1.000 foram pesquisadas por enquanto. Destas, 77 não nodularam de modo algum e somente 8,87% puderam ser consideradas como noduladoras, isto é, tendo formação expressiva de nódulos e fixação efetiva de nitrogênio.



http://www.viagempelabiologia.blogspot.

Existem dois tipos de microrganismos que promovem a fixação do N_2 em plantas através da nodulação, Rhizobium e Actnomyces. O primeiro fixa N_2 através da nodulação em raízes de plantas leguminosas. O segundo nodula raízes de plantas não leguminosas, como arbóreas e arbustivas. Mas, para que ocorra uma nodulação efetiva, necessita-se de três condições: a) que a planta esteja geneticamente disposta a aceitar os simbiontes; b) que a planta seja fisiologicamente apta a receber simbiontes; e c) que as condições do solo sejam favoráveis.

Muitas vezes esquecem-se dos dois últimos pontos na inoculação sendo, portanto, um dos maiores problemas na nodulação e fixação de nitrogênio, motivo pelo qual muitas linhagens de bactérias são inefetivas ou de fixação tão lenta, que são praticamente inefetivas, fato que não depende tanto das bactérias, mas das condições em que a planta hospedeira cresce.

A simbiose é uma associação entre planta e micróbio, fundamentando-se basicamente no fato de que o micróbio recebe carboidratos diretamente da planta e fornece nitrogênio à planta, após sua morte. Enquanto a planta não estiver em condições de fornecer carboidratos aos microrganismos, não excreta a substância estimulante que faz os microrganismos migrarem para a raiz. Esta substância é um fosfato de cálcio e exige, portanto, que a nutrição de fósforo e cálcio da planta seja suficiente. Se a planta for cortada, sombreada ou inoculada, estas condições não prevalecerão mais e a planta terminará com a simbiose, e os nódulos serão desfeitos.

É um erro acreditar que uma leguminosa em pastejo permanente será capaz de enriquecer o solo com nitrogênio. Geralmente inicia sua fixação somente na sexta semana de vida e libera as bactérias para o solo quando pastado pelo gado. De modo que as

leguminosas permanentemente pastadas não fixam absolutamente nada. Este é o motivo porque se diz que as leguminosas nativas não fixam N_2 . Muitas vezes fixam, mas não sob o manejo que recebem.

5.2.2. Fixação do N, associativa e em vida livre

Diazotróficas são organismos capazes de fixar nitrogênio atmosférico (N_2) , ou seja, eles são capazes de transformar o nitrogênio de uma forma não disponível (N_2) em uma forma disponível $(NH_4^+ - amônio)$. O grupo de organismos que recebe o referido nome é composto por microrganismos, mais especificamente, bactérias que podem viver em vida livre ou em associação com outros organismos. Neste último caso, a associação de bactérias do gênero *Rhizobium* e plantas leguminosas é bastante conhecida.

Nessa associação, enquanto a bactéria fornece nitrogênio para a planta, esta fornece material orgânico (glicose) produzido por meio da fotossíntese. Assim, em termos simples, a planta ajuda a bactéria e a bactéria ajuda a planta em associação denominada **mutualismo**.

Como mencionado, há diazotróficas de vida livre, isto é, eles por si só fixam o nitrogênio atmosférico para o seu próprio uso, sem precisar estar associadas a outros organismos. Essas bactérias realizam a chamada fixação não-simbiótica do nitrogênio. Neste caso, por exemplo, bactérias do gênero *Azotobacter* estão presentes no solo.

Em termos práticos, os diazotróficos que vivem em associação com outros organismos, são muito importantes para o homem. A título de exemplo, a produção de soja é feita praticamente com baixa ou nenhuma adição de nitrogênio, uma vez que a soja é uma leguminosa que se associa à bactérias e assim, obtém o nitrogênio "sozinha", ou seja, sem a necessidade do produtor ter que comprar adubo nitrogenado e aplicar na plantação. Desse modo, a associação da planta com a bactéria, gera uma economia de gastos para o agricultor. Assim, pode-se ter uma noção da relevância econômica que os organismos diazotróficos têm para a humanidade não apenas do ponto de vista de economia nos custos de produção, mas também, pela quantidade de fertilizante químico nitrogenado que seria aplicado no meio ambiente.

- a) Fixação do N_2 por diazotróficos associativos pode-se dividir os diazotróficos em dois grupos: endofíticos facultativos, que podem colonizar tanto a rizosfera, como o interior das raízes e os endofíticos obrigatórios, que colonizam o interior das raízes.
- a.1) Endofíticos facultativos a partir das descobertas de Döbereiner e Day em meados do Século XX, quando foi identificada a espécie Spirillum lipoferum em Digitária (planta forrageira), posteriormente houve uma reclassificação e o gênero Azospirillum foi proposto apresentando duas espécies: A. brasilense e A. lipoferum. Com o passar do tempo, outras espécies foram descritos como A. amazonense isolada de gramíneas forrageiras e pupunha nativa da região amazônica.

Organismos pertencentes a esse gênero são classificados como organismos rizosféricos, colonizando principalmente a zona de elongação e os pelos radiculares. Algumas estirpes de *Azospirillum* podem ser encontradas no interior dos vegetais, por isso são denominados endofíticos facultativos. Apesar das diferentes formas de interação, esses diazotróficos, quando estão em associação com gramíneas, garantem aumentos de 5 a 30% na produção.

Os diazotróficos são capazes de produzir fitohormônios, sendo esta característica um dos fatores responsáveis pelo efeito estimulatório observado em plantas que se associam a essas bactérias. Vários trabalhos foram realizados utilizando-se o gênero *Azospirillum* e foi observada a estimulação do crescimento de plantas em diferentes solos

e condições climáticas. São produzidos três substâncias que estimulam o crescimento de plantas em culturas de *Azospirillum*, como auxinas, citocininas e as giberelinas, sendo a auxina, quantitativamente, o fitohormônio mais importante.

a.2) Endofíticos obrigatórios – o nitrogênio é um elemento químico fundamental na formação de biomoléculas como proteínas, aminoácidos e ácidos nucléicos. Porém, a maior parte do nitrogênio está na forma gasosa (N₂), inerte para animais e vegetais. Na natureza, a incorporação do nitrogênio ao ecossistema é feita, principalmente, pelas bactérias fixadoras de nitrogênio, ou diazotróficas.

A reação de incorporação do nitrogênio pelas bactérias diazotróficas é catalisada pelo complexo da enzima nitrogenase e consiste na conversão do nitrogênio gasoso (N_2) na sua forma mais reduzida, como íons amônio (NH_4^+) que são utilizados pelos seres vivos para formação de seus compostos nitrogenados.

A fixação biológica do nitrogênio foi inicialmente descrita em bactérias diazotróficas da rizosfera (região de concentração de raízes no solo) e do rizoplano (interface do solo com a epiderme da raiz) de uma grande variedade de plantas não-leguminosas. Porém, evidências recentes mostram que algumas bactérias diazotróficas colonizam o interior da planta e são conhecidas como bactérias endofíticas obrigatórias. Gramíneas de importância econômica, tais como arroz, cana-de-açúcar, trigo, sorgo, milho e muitas forrageiras, foram identificadas como hospedeiros de diversas espécies de bactérias endofíticas obrigatórias.

O emprego na forma de inoculante, em campos de cultivo, de bactérias diazotróficas de vida livre e associativa, ainda é pequeno, porém grandes avanços têm sido realizados nessa área da agricultura. Já está identificado um número considerável de bactérias em vários ecossistemas e a sua presença em várias culturas. Tudo isso graças à descoberta de novos meios que permitiram o isolamento dessas bactérias.

Em alguns estudos, foi comprovada a capacidade de fixação do N₂ atmosférico como 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em arroz cultivado em sistema inundado e 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹ na cultura da cana-de-açúcar. Com o avanço de novas ferramentas, como a Biologia Molecular e a Genética de Microrganismos, o emprego dessas bactérias chegará a um nível de emprego equivalente ao que se utiliza hoje, com relação ao rizóbio.

5.2.3. Diversidade de microrganismos endofíticos e sua aplicabilidade em agroecossistemas

O desenvolvimento da agricultura, essencial para a sobrevivência humana na Terra, tem como base de sustentação o solo, que é um recurso limitado e sujeito a degradação de origem antrópica ou não. A utilização sustentável desse recurso é indispensável para garantir a sobrevivência de gerações futuras neste planeta, e essa nova concepção do uso responsável dos recursos naturais (solo, água e biodiversidade), tem sido incentivada por agências de fomento e opinião pública.

Os microrganismos desempenham papel fundamental na manutenção dos solos, uma vez que estão relacionados aos processos-chave que mantêm a estrutura e a fertilidade dos solos, como por exemplo, os ciclos biogeoquímicos, a decomposição da matéria orgânica e a remoção de toxinas. A aplicação de técnicas moleculares vem sendo amplamente utilizada para avaliar e monitorar impactos de diferentes sistemas de produção agrícola sobre a comunidade microbiana do solo. Assim, como estratégias de biocontrole de pragas ou de biorremediação de solos contaminados, uma vez que as técnicas convencionais de cultivo detectam apenas de 1 a 10% da comunidade microbiana total de amostras ambientais. Esse tipo de abordagem é extremamente importante para fornecer informações sobre a seleção de indicadores de qualidade de solos que poderão

ser utilizados no monitoramento de sistemas agrícolas para manutenção de sua sustentabilidade.

a) Utilização ecológica do solo e manutenção da sua biodiversidade — a percepção de que o solo é um recurso natural não-renovável, que vem sofrendo uma drástica redução em termos de áreas cultiváveis disponíveis no planeta devido ao modelo de exploração adotado até então, gerou uma crescente demanda por ferramentas capazes de avaliar a qualidade dos solos, no intuito de alertar a população e as autoridades competentes, sobre o manejo inadequado dos sistemas de produção estão tornando e suas prováveis consequências.

A ecologia de microrganismos do solo e o estudo de sua participação nas interações com as plantas e o funcionamento de ecossistemas, sua dinâmica e produtividade, destacam-se como áreas de grande interesse científico. A partir das últimas décadas, o desenvolvimento de metodologias rápidas e eficientes para avaliar e monitorar a comunidade microbiana do solo, em relação à sua composição, diversidade, biomassa e seu impacto sobre a produtividade das plantas, vem sendo uma das prioridades em diversos grupos de pesquisa.

Apesar de os microbiologistas investigarem o impacto da diversidade microbiana sobre a estabilidade do funcionamento de ecossistema desde 1960, atualmente o estudo sobre o efeito que esses microganismos promovem na resiliência de solos impactados vem crescendo consideravelmente. As relações são, muitas vezes, observada entre a extensão da diversidade microbiana no solo, qualidade do solo e da planta e sustentabilidade do ecossistema. Além disso, muitos estudos vêm documentando as relações entre o grau de supressão de doenças de plantas e a diversidade ou abundância da comunidade microbiana.

- b) Uso de microrganismos como indicadores de qualidade do solo atualmente há uma crescente demanda por indicadores de qualidade de solos e pela definição de limites críticos para o funcionamento equilibrado dos ecossistemas. A definição desses parâmetros (indicadores de qualidade eficientes) é essencial para monitorar impactos positivos e negativos, de fenômenos naturais ou ações antrópicas, como é a atividade agrícola, e o descarte de resíduos industriais, domésticos, etc. Acredita-se que o uso de indicadores biológicos da qualidade dos solos seja vantajoso em relação à sensibilidade e, consequentemente, ao tempo de resposta às pressões sofridas pelos ecossistemas, sejam essas de origem antrópica ou não.
- c) Controle biológico e rizosfera o biocontrole de pragas agrícolas é um processo natural de regulação populacional através de antagonistas naturais. Grupos bacterianos distintos irão responder de maneira diferente aos exsudatos específicos de cada planta. Essa afirmativa é claramente observada na literatura e pode ser denominada de "efeito rizosfera", ou seja, cada espécie de planta irá selecionar uma comunidade microbiana específica e adaptada às condições geradas por cada rizosfera.

Por outro lado, as bactéria também irão influenciar as plantas, como por exemplo, determinadas bactérias na rizosfera podem promover o crescimento de plantas, através de diversos mecanismos, entre eles a produção de substâncias químicas como citocininas, giberelinas e auxinas.

Muitos estudos já demonstraram a habilidade de diversas bactérias em inibir doenças causadas por fungos ou por outras bactérias. Entretanto, ainda se faz necessário um maior conhecimento sobre os mecanismos envolvidos em cada antagonismo, assim como sobre a capacidade de colonização das raízes. Os mecanismos de antagonismo bacteriano incluem competição por nutrientes e espaço, indução de resistência por parte A colonização eficiente da rizosfera vem sendo reportada como a grande limitação da aplicação de agentes de controle biológico em campo e, portanto, o desenvolvimento de ferramentas para o monitoramento do processo de colonização é necessário para se rastrear e/ou desenvolver estirpes que possuam uma boa atividade de biocontrole.

5.2.4. Associação dos fungos micorrízicos às raízes de diversas plantas

As micorrizas são associações não-patogênicas entre fungos e raízes de plantas que ocorrem de forma generalizada em todos os ecossistemas terrestres. Estudos com raízes fossilizadas evidenciaram que esses fungos surgiram há cerca de 400 milhões de anos, período que coincide com o aparecimento das plantas terrestre, compreendido entre 462 e 352 milhões de anos. Dentre os tipos de micorrizas, as Arbusculares são simbioses entre raízes de plantas e fungos do solo do filo Glomeromycota, caracterizados pela presença endógena de arbusculares nas células do córtex radicular. São os mais comuns em regiões tropicais e as mais encontradas em plantas de forma geral. (Figura 5.4)

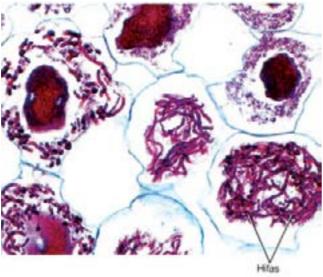


Figura 5.4. Hifas fúngicas da microrriza arbuscular infectam a raiz internamente e penetram nas células radiculares, ramificando-se dentro das células. http://11biogeogondomar.blogspot.com/2010/11/as-micorrizas-sao-essenciais-para.html

Na recuperação de áreas degradadas, um dos métodos que tem apresentado sucesso é o uso de leguminosas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbios, aliados a fontes de fósforo pouco solúveis e micronutrientes. As plantas em processo de fixação de N_2 acidificam a rizosfera, e essa característica é benéfica na solubilização de fosfatos naturais, aumentando sua disponibilidade por um período mais prolongado às plantas, o que reforça a importância do uso de fertilizantes menos solúveis para o sucesso dessa tecnologia na recuperação de áreas degradadas.

Esse sucesso tem sido relatado em diferentes tipos de áreas degradadas, como: áreas de mineração de areia, bauxita, ferro, ouro, corte de estradas e voçorocas. A revegetação de uma área totalmente destituída de matéria orgânica é facilidade pelo uso conjugado de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos com espécies da família das leguminosas que, em conjunto, acarretam em mudas mais resistentes e adaptadas a essas condições de forte estresse ambiental, principalmente em solos deficientes em fósforo.

O fósforo é um elemento essencial para às plantas e presente no solo em baixas concentrações e pouco móvel em solos tropicais. São nessas condições que as micorrizas assumem papel determinante na sobrevivência de diversas espécies vegetais, incapazes de mobilizar esse nutriente. Dessa forma, a planta em sua evolução, desenvolveu mecanismos de captura desse elemento por meio de micorrizas.

Os aumentos na taxa de absorção do fósforo propiciados pelas micorrizas podem ser atribuídos a:

- a) Aumento do volume de solo explorado pelas hifas extra-radiculares do fungo arbuscular:
- b) Pequeno diâmetro da hifa, o que permite explorar espaços do volume do solo inatingível pela raiz;
 - c) Maiores taxas de influxo por unidade de superfície;
- d) Formação de polifosfatos (moléculas orgânicas sintetizadas pelas micorrizas ricas em fósforo), com sua remobilização em condições de estresse, permitindo, assim, um fluxo contínuo ao hospedeiro;

O incremento de fósforo na nutrição de plantas colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares pode ocasionar aumento no crescimento e na atividade fotossintética e incremento na taxa de transferência de carboidratos para as raízes. Devido ao aumento da absorção de fósforo, o pH da rizosfera normalmente cai na presença de micorrizas, o que proporciona maior solubilidade de fósforo no solo.

5.3. FAUNA DO SOLO

A população de microrganismos no solo é limitada pelo pH, riqueza mineral do solo, espécie de matérial orgânico, temperatura e umidade. Em solo com temperatura acima de 20 °C, como ocorre em clima tropical e subtropical, predominam as bactérias, havendo menos fungos e actinomicetos. As bactérias, porém, são extremamente ativas na decomposição de matéria orgânica, não permitindo a acumulação de húmus. Por isso, não se acumula matéria orgânica em terras tropicais, como ocorre em climas temperados.

Somente em altitudes acima de 1.000 metros, onde as temperaturas são mais baixas e predominam as atividades fúngicas na decomposição da matéria orgânica, que são lentas, portanto, havendo formação de húmus em maior quantidade. O húmus é formado quase que exclusivamente pela ação de fungos e actinomicetos e menos por bactérias em atividade na matéria orgânica do solo.

Em sistemas tropicais, os solos de maneira geral, apresentam-se bastante intemperizados e lixiviados, possuindo uma baixa fertilidade natural. Nesse tipo de situação, é a matéria orgânica do solo que representa a maior fonte de nutrientes para o crescimento vegetal. Sendo assim, as taxas de decomposição da matéria orgânica e de liberação de nutrientes são de vital importância para a manutenção da produção vegetal e consequente produção animal. São os organismos do solo, microrganismos e invertebrados, os responsáveis por todo o processo de decomposição e ciclagem de nutrientes.

As bactérias e fungos constituem-se em verdadeiros aparatos enzimáticos, sendo os responsáveis por diversos mecanismos de síntese e degradação no solo, ora promovendo a mineralização de compostos orgânicos e a liberação de nutrientes, ora imobilizando-os em sua biomassa. No entanto, apesar de uma grande capacidade de transformação química, os microrganismos possuem uma mobilidade limitada. Sendo assim, a variabilidade espacial da atividade dos microrganismos pode ser muito grande, apresentando-se ativos em microsítios favoráveis e inativos em outros desfavoráveis.

Os invertebrados do solo, por outro lado, possuem uma capacidade enzimática

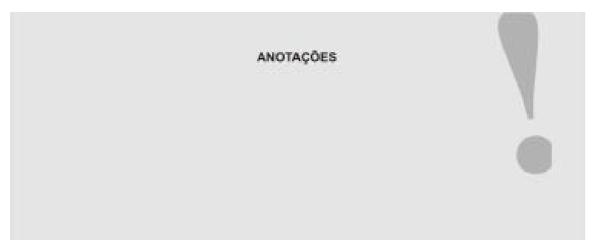
limitada, restringindo-se à digestão de proteínas, lipídeos e glicídeos simples. Como outros animais, a fauna de solo não é capaz de produzir enzimas que degradem compostos como a celulose ou a lignina. No entanto, as associações da fauna com microrganismos, tanto decorrentes da ingestão simultânea com o alimento, ou de simbioses mutualísticas, promovem um sinergismo no sistema de decomposição. Se por um lado os microrganismos ao serem transportados pelos invertebrados do solo obtêm uma maior dispersão no ambiente, os invertebrados do solo ao utilizarem as enzimas produzidas pelos microrganismos, ampliam a gama de substratos energéticos a serem explorados. Além de atuarem como reguladores da atividade microbiana, os invertebrados do solo agem como fragmentadores do material vegetal e "engenheiros" do ecossistema, modificando-o estruturalmente.

A interação da fauna do solo com microrganismos e plantas é capaz de modificar funcionalmente e estruturalmente o sistema do solo, exercendo uma regulação sobre os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes. Dessa forma, podem ser isolados quatro principais sistemas biológicos de regulação (SBR):

- a) Serrapilheira e raízes superficiais onde a serrapilheira é a principal fonte de energia para a cadeia alimentar, composta principalmente por artrópodes;
- b) Rizosfera cuja a produção de exsudatos estimula uma intensa atividade microbiana, que é utilizada como substrato energético pela microfauna e mesofauna;
- c) Drilosfera que se caracteriza pelo conjunto de estruturas do ambiente elaboradas pelas minhocas (galerias, buracos e coprólitos), bem como pelas próprias populações de minhocas geófagas.
- *d) Termitosfera* compreende a porção do ambiente sob influência dos cupins, seus ninhos, populações e interações com os microrganismos e as plantas.

Observa-se então, que monitorar a fauna de solo é um instrumento que permite avaliar não só a qualidade de um solo, como também o próprio funcionamento de um sistema de produção, já que esta se encontra intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, na interface solo-planta. No entanto, monitorar a fauna é importante também por ser ela mesma um compartimento que desempenha funções importantíssimas e indispensáveis no ecossistemas, e que, portanto merece ser continuamente avaliada.

É importante então, conhecer dentre o universo de grupos de invertebrados, quais os que são capazes de realizar mais eficientemente processos de regulação das comunidades microbianas, ciclagem de nutrientes, além de modificar estruturalmente os habitats da serrapilheira e do solo. Esse conhecimento fornece bases para um manejo da fauna de solo, tanto de maneira direta, pela introdução de grupos de invertebrados de maior interesse, como de maneira indireta, pelo manejo das características do habitat.



UNIDADE VI - FORNECIMENTO DE NUTRIENTES ÀS PLANTAS E COR-REÇÃO DA ACIDEZ



esmo nos sistemas mais equilibrados, onde as plantas indesejáveis são controladas ao máximo, continua havendo uma saída importante de elementos do sistema, pela exportação através dos produtos vegetais ou animais que saem do sistema como resultado do processo produtivo. Esta exportação varia com o tipo do produto vegetal produzido, parte do vegetal removido e do nível de produtividade obtido. Assim, sistemas produtivos que removem quase toda biomassa vegetal produzida como as capineiras em geral exportam mais nutrientes que frutíferas.

Nestes sistemas de alta exportação, e mesmo nos outros, se torna necessário a reposição dos nutrientes exportados e também aqueles cuja perda não é possível evitar. Também são feitas adições dos nutrientes cujos níveis originais do solo são baixos, porém, evitam-se adições massivas do elemento, no sentido de corrigir a deficiência. Neste caso, a adição é feita gradualmente ao longo do tempo.

6.1. A PRODUTIVIDADE DO SOLO

O solo como um fator de produção agrícola, possui duas características básicas que revelam seu valor agronômico: Fertilidade e Produtividade. O termo fertilidade refere-se à capacidade de um solo para fornecer nutrientes às plantas em quantidades adequadas e proporções convenientes. Assim a fertilidade de um solo pode ser conduzida a condições ideais pela intervenção do homem, através das práticas de calagem e adubação fundamentadas em bases científicas (análise em laboratórios).

A produtividade está relacionada com a capacidade de um solo em proporcionar rendimento às plantas, podendo apenas ser melhorada pela intervenção do homem, como por exemplo, pela adição de matéria orgânica em solo pobre nesse componente. A produtividade depende ainda de, boas práticas físicas, condições de água suficiente para o bom desenvolvimento dos vegetais, controle de pragas e doenças. Portanto, pode-se afirmar que "todo solo produtivo é fértil, mas nem todo solo fértil é produtivo".

6.2. O pH DO SOLO

A expressão pH foi transferida diretamente do laboratório químico ao campo. O pH (potencial hidrogeniônico), em uma solução, significa a quantidade de íons de hidro-

gênio (H⁺) dissociados e, portanto, livres. Quanto mais íons de hidrogênio, tanto mais ácida se torna a solução. Logo, conclui-se que o solo é ácido quando possui íons hidrogênio e poucos íons cálcio, magnésio, potássio e sódio adsorvidos em seu complexo coloidal, isto é, no sítio de troca.

Grande parte dos solos agrícolas das regiões tropicais apresentam limitações ao crescimento de muitas culturas em virtude dos efeitos da acidez excessiva. Os efeitos da reação do solo (pH) sobre às plantas podem ser destacados tais como: disponibilidade de elementos essenciais à nutrição da planta, solubilidade de elementos que podem ser tóxicos às plantas e atividade de microrganismos decompositores da matéria orgânica comprometida.

6.3. ANÁLISE DO SOLO

A análise do solo ocupa lugar de destaque como instrumento de diagnose de fertilidade, bem como é a base para recomendação de corretivos e fertilizantes. Este instrumento de diagnose evoluiu consideravelmente nas últimas décadas no Brasil, sendo indispensável à tomada de decisão para um uso racional de corretivos e fertilizantes, quando se tem por objetivo aumentos da produtividade e da produção, levando o agricultor à obtenção de maiores retornos sobre os investimentos.

6.4. NECESSIDADE DE CALCÁRIO

No Manejo Ecológico do Solo o objetivo da calagem é buscar o equilíbrio dos nutrientes no solo. Somente deverá ser realizada a correção da acidez do solo desde que comprovada sua necessidade por análise em laboratório, considerando que a elevada adição de matéria orgânica ao solo, que deve ser uma prática no cultivo ecológico, que geralmente promove, em longo prazo, a redução da acidez e a disponibilidade de cálcio e magnésio para às plantas. O emprego do calcário no sistema ecológico de produção envolve regras bastante criteriosas, considerando-se ainda que as doses aplicadas não deverão passar de 2,0 a 2,5 t ha-¹ ano-¹.

- a) Doses elevadas dos íons cálcio e magnésio, abaixam o potencial osmótico da solução do solo em relação ao da raiz, afetando a absorção de água e nutrientes pelas raízes;
- b) A elevada concentração dos íons na solução do solo pode afetar o desenvolvimento dos microrganismos benéficos presentes no solo. Da mesma forma, afeta a absorção de nutrientes como o potássio;
- c) Caso o solo apresente baixo conteúdo de argila e matéria orgânica, haverá perdas significativas por lixiviação (lavagem) dos íons de cálcio e magnésio, por não existir cargas negativas suficientes para serem adsorvidos;

6.5. ÉPOCA E LOCAL DE APLICAÇÃO

No caso de cultivos anuais, o calcário deverá ser aplicado 90 dias antes do plantio e quando houver umidade no solo para promover sua solubilização, que é lenta. Neste caso o local pode ser em toda a área ou em sucos de plantio. Já em cultivos permanentes, como frutíferas, pode ser aplicado em qualquer época do ano nas entrelinhas, entretanto, com uma observação importante, além da umidade no solo, a incorporação de calcário, deve ser feita no período de baixa atividade fisiológica da planta (repouso), pois danos nas raízes (pela incorporação) afetam a proteossíntese (diminuição na formação de enzimas) tornando as plantas susceptíveis ao ataque de pragas e doenças. Em plantio direto, o calcário pode ser aplicado em toda a área por sobre a palhada, que após as ocorrências das chuvas, o produto é transferido para o solo.

6.6. TIPOS DE CALCÁRIO AGRÍCOLA

Os calcários são os corretivos mais frequentemente usados. Eles são rochas carbonatadas moídas existindo dois tipos principais de calcários: calcíticos e dolomíticos. Os calcários calcíticos resultam de rochas de carbonato de cálcio chamadas de Calcitas apresentando teores de óxidos de cálcio entre 40 a 50%. Já o calcário dolomítico tem teores de óxidos de cálcio menores que 30% e de magnésio entre 10 a 20%, por isso também chamado de calcário magnesiano que são rochas Dolomitas moídas.

O poder neutralizante (do hidrogênio e do alumínio) dos calcários depende do teor de cálcio e magnésio e do grau de moagem da rocha. Por isso, quanto mais rico em cálcio e magnésio e mais finamente moído, maior é seu poder neutralizante. Porém, sua solubilidade diminui a medida que se aumenta a concentração de magnésio e o tamanho das partículas. As cinzas vegetais são substâncias ricas em cálcio, potássio e magnésio, com elevada eficiência na neutralização da acidez do solo, podendo apresentar, dependendo do material de origem, 30 a 40% de cálcio mais magnésio.

6.7. AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DE SOLO

No Manejo Ecológico do Solo trabalha-se com relação solo/planta/ambiente, sendo também uma forma de manejo inserido na agricultura holística, isto é, procura-se ter a visão do todo. Por esta razão, o primeiro passo a tomar na avaliação e interpretação na análise do solo é conhecer sua Saturação em Bases e o Equilíbrio de Bases. Esse procedimento é feito através dos dados de Saturação de Bases (V%) e a Capacidade de Troca de Cátions (CTC). Dessa forma, para um adequado cálculo e determinação dos nutrientes para os solos, é necessário que haja conhecimento desses conceitos fundamentais, que vão explicar o que está ocorrendo com o solo, pois não é somente importante as quantidades de nutrientes a aplicar, mas proporcionar a relação adequada entre eles.

a) Saturação em Bases (V%) – corresponde a soma dos valores das bases (Ca²+ + Mg²+ + K+ + Na+). As condições dos valores de V% são variáveis entre as culturas, constituindo condição natural e necessária, para que as plantas cresçam e produzam bem. Quando a saturação em bases está baixa é requerida a correção do solo pela calagem. A razão é porque o hidrogênio (H+) e o alumínio (Al³+) estarão livres e não neutralizados no solo e se estiverem com níveis elevados, poderá haver redução no pH (H+) tornando-o ácido e tóxico (Al³+) para as plantas, afetando o crescimento e a produtividade. O emprego de calcários ricos em cálcio e magnésio é a forma tradicionalmente recomendada para elevar a Saturação em Bases (V%). A SB deverá estar na faixa em torno de 55 a 70%, de modo que convencionou-se em afirmar que um solo que apresenta uma SB > 50% é de boa fertilidade e uma SB < 50% tem a fertilidade comprometida. Esta variação vai depender da exigência de cada cultura e do teor de matéria orgânica presente no solo;

b) Equilíbrio de Bases ou Capacidade de Troca de Cátions (CTC) – outro conceito importante é a CTC de um solo. Para simplificar esse conceito, poderemos dizer que a CTC é a capacidade dos coloides do solo (argila e M.O.) adsorver elementos químicos e trocá-los por outros elemen=tos na solução do solo. Matematicamente refere-se a soma dos elementos de cargas positivas, tais como a SB (Ca²+ + Mg²+ + K+ + Na+) + (H++ Al³+). Essas cargas são adsorvidas (presas) pelas cargas elétricas negativas dos coloides do solo, sendo que a força de adsorção é variável entre as cargas conforme sequência: H+ > Ca²+ > Mg²+ > K+ > Na+. Quando o solo é manejado adequadamente, então se permite que ocorra, de forma dinâmica, o equilíbrio de bases no solo, com a relação equilibrada entre as bases na CTC. Uma vez que o cátion H+ tem maior poder de adsorção que o Ca²+ e havendo a introdução de H+ no sistema solo (água das chuvas, p.ex.), haverá troca catiônica, deslocando cálcio, entrando H+. Se este processo persistir, com as perdas de

bases, o solo torna-se ácido, com a presenca predominante do cátion H⁺.

Exemplo de uma análise de solo com o objetivo de equilibrar as bases pela calagem, para aumentar o valor V% e tornar o solo mais fértil.

Numa análise de solo, verificou-se que os teores dos elementos das bases catiônicas ($Ca^{2^+} + Mg^{2^+} + K^+ + Na^+$) representados pela Soma de Bases foram respectivamente, 19; 6; 1,0 e 0,1 mmolc dm . Foi também fornecido os valores de H e Al (51,7 mmolc dm), respectivamente. Pergunta-se: o valor V% indica que o solo é fértil ou precisa ser corrigido por calagem? Se a última questão for aceita, qual seria a quantidade de calcário que se deve aplicar na área, sabendo-se que o valor V% mínimo desejado é de 50%, o PRNT é de 78% e que não é aconselhado aplicações de calcário superiores a 2,5 t/ha/ ano no Manejo Ecológico do Solo.

DADOS:

```
SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> ou 19 + 6 + 1,0 + 0,1 = 26,1 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>) = 26,1 + (51,7 + 7) = 84,8 mmolc dm<sup>-3</sup>; V% desejado = 50%; PRNT = 78%; V% amostra = ? Necessidade de Calagem – NC = ? V% da amostra \rightarrow V%amostra = (100 x SB)/CTC = (100 x 26,1)/84,8 = 31%. Resposta – V% = 31%, portanto, há necessidade de calagem para equilibrar as bases e aumentar a fertilidade do solo. NC = {(V% desejado - V% amostra) x CTC}/(10 x PRNT) NC = {(50-31) x 84,8}/(10 x 78) = 2,06 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.
```

Resposta – Há necessidade de aplicar 2 toneladas de calcário por hectare para elevar o valor V% para 50%, aumentando a fertilidade do solo em cálcio, magnésio e potássio. Recomenda-se utilizar o calcário calcítico, por apresentar maior concentração em cálcio. O grande problema na aplicação de calcário dolomítico é sua baixa relação Ca /Mg , ou seja, maior concentração de magnésio, pois esse elemento é adsorvido nas partículas de argila, com adesão fraca e baixa estabilidade, perdendo-se facilmente na solução do solo com a lixiviação. Entretanto, deve-se sempre levar em consideração a economicidade da aplicação ou da utilização do produto.

6.8. FÓRMULAS PARA CÁLCULO DE ADUBAÇÃO

O solo como reservatório de nutrientes, é um conceito utilizado na Agroecologia, sendo diferente do sistema convencional, que exige a aplicação de nutrientes para cada novo cultivo. No sistema ecológico de produção, são feitas apenas correções, pois os adubos orgânicos e os minerais de lenta liberação de nutrientes permitem o acúmulo dos mesmos por vários anos servindo como uma "poupança de nutrientes", sendo necessária somente a correção e manutenção a cada ano.

No cálculo para a aplicação de um composto orgânico é preciso, primeiramente, coletar amostras e enviá-las ao laboratório especializado para determinações tais como: teor de matéria seca; concentração de nutrientes e a taxa de conversão do material orgânico para o mineral (assimilável pelas plantas) de posse dessas informações precisa-se proceder o cálculo da quantidade do fertilizante orgânico a ser aplicada.

Exemplo do cálculo:

Numa área em que o solo é manejado seguindo princípios agroecológicos, o agricultor preparou e seguiu todas as etapas do processo de compostagem para a obtenção de um produto de qualidade, com o objetivo de nutrir suas plantações utilizando materiais advindos de sua própria área. Pelos resultados da análise do composto com sugestão de adubação para o cultivo do feijão, foi evidenciado a necessidade de aplicação de 50 kg de N ha . Pergunta-se. Qual a quantidade a aplicar do composto orgânico por hectare? O cálculo do equilíbrio de bases mostrou a necessidade de 30 kg de K₂O ha . O composto também atende essa necessidade?

Amartes da	Dados de Nitrogênio	Dados de Potássio	
Amostra do composto	9%		
Teor do nutriente	2,00	1,00	
Teor de umidade	25,00	25,00	
Índice de conversão	60,00	90,00	

DADOS LABORATORIAIS DA AMOSTRA ANALISADA DO COMPOSTO:

- Necessidade de Aplicação (N) = 50 kg de N ha⁻¹;
- Necessidade de Aplicação (K) = 30 kg de K₂O ha⁻¹;
- Teor do Nutriente (N) = 2%;
- Teor do Nutriente (K) = 1%;
- Matéria Seca = 75%;
- Índice de Conversão (N) = 60%;
- Índice de Conversão (K) = 90%;

FÓRMULA:

```
QA = NA/{(tn/100) x (ms/100) x (ic/100)} 
QA = Quantidade a aplicar; 
NA = Necessidade de aplicação; 
tn = teor de nutriente; 
ms = matéria seca; 
ic = índice de conversão; 
Substituindo tem-se: 
QA(N) = 50/{(0,02) \times (0,75) \times (0,60)} = 5.500 kg do composto ha<sup>-1</sup>. 
QA(K<sub>2</sub>O) = 5.500 \times {(0,01) \times (0,75) \times (0,90)} = 37.2 kg do composto ha<sup>-1</sup>.
```

CONCLUSÃO:

O composto orgânico como foi formulado, há a necessidade de aplicação de 5,5 t ha-1 para suprir o solo com 50 kg de N ha-1, fornecendo ainda 37,2 kg de K₂O ha-1 não sendo necessária a complementação com outro fertilizante orgânico para atender essas necessidades.

Vale destacar que o Nitrogênio é o nutriente de maior requerimento pelas plantas, sendo o mais limitante para a produção e deve ser o elemento mais monitorado no sistema de produção ecológica. A maior parte do nitrogênio no solo, cerca de 95% está na forma orgânica, ou seja, indisponível para às plantas, porém constitui um grande reservatório deste nutriente. As fontes desse nutriente no âmbito da Agroecologia podem ser

tortas, húmus e compostos orgânicos de modo geral.

No Manejo Ecológico do Solo, não são aceitas as fontes sintéticas de nitrogênio, como Sulfato de Amônio, Nitrato de Potássio e Ureia. A razão é devido aos prejuízos às condições químicas e biológicas do solo. As fontes amoniacais acidificam o solo, uma vez que no processo de absorção de NH, (amônio) pela raiz ocorre liberação de H⁺ para a solução do solo, abaixando o pH. Com relação as fontes nítricas ou amoniacais, esta última exige uma metabolização muito rápida por parte da planta para evitar o excesso de aminoácidos livres na seiva e gastam mais energia para a absorção que as formas nítricas (NO₂⁻), como o nitrato de cálcio e salitre do Chile. Os amoniacais na seiva da planta, deslocam os cátions K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, reduzindo o processo metabólico da planta, com abaixamento do teor de fenóis em 40%, compostos que possuem características fungiostáticas, tornando a planta mais debilitada e susceptível ao ataque de fitopatógenos.

Já o Potássio, de modo geral, é o nutriente de maior requerimento pelas plantas depois do nitrogênio, sendo muito importante no momento da frutificação e na defesa natural das plantas. As principais fontes naturais são: rochas basálticas e graníticas, restos de culturas de espécies ricas nesse nutriente e principalmente, as cinzas vegetais. Nos solos brasileiros, de modo geral, apresentam teores médios desse elemento. Porém, em muitos solos, apesar da boa disponibilidade, há excesso de magnésio, tornando a relação Mg²⁺/K⁺ muito alta, prejudicando a absorção de potássio. Neste caso, é recomendado a aplicação de potássio, mesmo que o solo esteja em teor suficiente. A presença de cálcio no solo, principalmente com a aplicação do calcário calcítico, melhora o desempenho do potássio, reduzindo ainda, seu efeito salino.

6.9. USO DE ADUBOS MINERAIS NA AGROECOLOGIA

Na Agricultura Ecológica a adubação mineral é a complementação da orgânica. É considerado que um solo rico em M.O. é capaz de transformar os minerais existentes em formas assimiláveis pelas plantas. Os fertilizantes minerais somente deverão ser usados, desde que comprovada a necessidade de uso, num programa que atenda a correção da fertilidade em longo prazo, juntamente com outras técnicas como a adição de M.O, rotação, adubação verde, entre outras.

É recomendado, nesse sistema de produção, que os fertilizantes minerais devam ser aplicados na forma natural podendo sofrer tratamento físico, não devendo ser aplicados fórmulas solúveis e nem fertilizantes submetidos a tratamento químico. São empregados adubos minerais de baixa solubilidade, que tenham lenta liberação dos nutrientes no solo.

6.10. ESTERCOS, COMPOSTO ORGÂNICO, VERMICOMPOSTO, BIOFERTILIZAN-TES LÍQUIDOS E ADUBAÇÃO VERDE COMO RECICLAGEM DE NUTRIENTES

6.10.1. Estercos

A composição do esterco das diferentes espécies animais depende do tipo de alimentação. Quando exclusivamente no pasto, o conteúdo de nitrogênio desses estercos é menor do que com suplementação com concentrados. Quando proveniente do campo é formado apenas de fezes, posto que a urina perde-se por infiltração no solo. Quando provém de estábulos, incluem-se quantidades varáveis de palha que retém a urina.

O esterco bovino é um dos mais utilizados e quando curtido é uma massa escura com aspecto gorduroso e ausência de mal cheiro. Os estercos suínos são mais ricos em nutrientes e pobres em M.O. que o dos ruminantes. Já o esterco de aves é mais rico em nitrogênio do que os de ruminantes e suínos, mas também é pobre em M.O. e varia de composição de acordo com a espécie e o tipo de alimentação consumida.

6.10.2. Composto orgânico

Compostagem é um processo biológico de transformação de resíduos orgânicos como palhadas, estercos, restos de alimentos, em substâncias húmicas, isto é, em matéria orgânica homogênea e estabilizada, de cor escura e rica em partículas coloidais (húmus), pronta para ser utilizada como composto orgânico. (Figura 6.1) Sua aplicação melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, configurando-se numa



Figura 6.1. Composto orgânico. Fonte: http://www.plantasoya.com.br/category/adubos-e-substratos

Algumas características são importantes de serem observadas com o uso do composto orgânico como substrato para o cultivo de diversas espécies como:

- a) Controle de fitopatógenos e sementeiras pelo processo de compostagem, a decomposição do material é controlada e uniforme, sendo inviabilizado a germinação de sementes de espécies indesejadas e diminuída a ação de alguns patógenos, como Fusarium e Rizoctonia, muitas vezes presentes no material vegetal não decomposto;
- b) Formação da leira sabendo-se que a relação C/N inicial deve estar entre 25/1 a 35/1, sendo o ideal a relação de 30/1 e, conhecendo-se as relações dos materiais a serem empregados, é recomendável utilizar resíduos que corrijam relações mais elevadas;
- c) Poderá ser enriquecido e inoculado o composto poderá ser enriquecido com calcário, gesso, pó de rochas, cinzas, etc, com o objetivo também de diminuir as perdas de N. Pode-se adicionar material inoculante, pois os microrganismos existentes naturalmente no composto, passam por uma fase de adaptação e proliferação, para então atingir a máxima atividade. Para diminuir esse tempo, tem sido lançado no mercado inoculantes tipo "starters", aceleradores ou material de arranque. Outro método é através da inoculação massal, no qual consiste em se juntar aos materiais a serem compostados cerca de 10 a 20% (volume) de um composto que esteja na fase de semicura. Nesta fase os microrganismos já estão adaptados ao composto que será adicionado como inoculante massal, diminuindo o atraso pela fase inicial da compostagem.

6.10.3. Vermicompostagem

As minhocas pertencem ao Filo Anelida, que abrange os vermes segmentados e inclui, além das minhocas e sanguessugas, espécies marinhas e de água doce, tendo como principal característica a Detameria, ou seja, a divisão do corpo em partes similares formada por anéis, sendo a espécie Eisenia foetida (Vermelha da Califórnia) uma das

mais conhecidas entre nós. Com base em pesquisas realizadas no Sudão, assegura o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, que a grande fertilidade do solo do Vale do Nilo não se deve simplesmente aos milhões de materiais orgânicos e minerais despejados pelas águas das enchentes, mas principalmente ao trabalho das minhocas que transformaram estas substâncias em adubo.

- a) Habitat o ambiente natural ideal para as minhocas é constituído de solos ricos em M.O. e que possuam umidade na camada superficial. Embora existam outros fatores importantes à sua presença, são considerados limitantes os níveis de umidade, acidez e a textura do solo. Os solos ácidos são desfavoráveis à sua sobrevivência dada a falta de íons livres de cálcio, para que se conserve o pH mais alto no sangue desses animais;
- b) Anatomia externa ao atingirem a maturidade sexual, apresentam uma zona glandular denominada de Clitelo, que abrange alguns seguimentos que se apresentam espessados e intumescidos por glândulas que segregam muco para a copulação e também o casulo. O clitelo geralmente se localiza na metade anterior do corpo, abrangendo alguns seguimentos, raramente mais do que 10. Diferenciando-se dos demais anéis do seu corpo, que são todos iguais, o primeiro apresenta a cavidade bucal precedida de um lóbulo carnoso, de forma cônica – Prostômio, que é utilizado para perfurar o solo. O último anel denominado de Pígido, é curto e pouco desenvolvido e nele se encontra o orifício anal. As minhocas possuem cerdas que se projetam a curta distância do tegumento, num total de oito, para a grande maioria, podendo variar para algumas espécies;
- c) Nutrição as minhocas são saprófagas, isto é, alimentam-se de M.O em decomposição, especialmente vegetais que normalmente são transportados para dentro das galerias por elas criadas. Quaisquer ácidos orgânicos presentes no alimento são neutralizados pelo carbonato de cálcio secretado pelas suas glândulas;
- d) Sistema digestivo os alimentos ingeridos pela boca situada abaixo do Prostômio, são sugados pela Faringe, principal órgão da ingestão, que se constitui numa câmara muscular e glandular, com formato de bulbo. A secreção salivar, formada de muco e enzimas produzidas pela Faringe, envolve os alimentos ingeridos que atravessando o esôfago, sofrem a ação das glândulas calcíferas situadas na parte esofágica. Essas glândulas liberam o excesso de cálcio assimilado com os alimentos, assim como mantém constante o pH do sangue. Continuando em seu trajeto, o alimento chega até o papo que se comunica com a moela. O papo atua como câmara de armazenamento e a moela, bastante muscular, é utilizada para triturar as partículas do alimento ingerido até atingir o intestino que é responsável pela secreção, digestão e a posterior absorção. O composto orgânico resultante deste processo digestivo é por fim expelido sob a forma de Coprólitos, importante para a nutrição das plantas;
- e) Sistema reprodutivo as minhocas são hermafroditas, mas não conseguem se autofecundar, precisando de uma outra minhoca para realizar a fecundação. Na cópula, os dois anelídeos se posicionam ventralmente, transferindo a parte masculina, depositando espermatozoides na espermateca da outra minhoca e vice-versa. Após essa troca, as duas minhocas se separam. As minhocas secretam um muco gelatinoso ao redor de si, formando um tubo. Dentro desse tubo são liberados óvulos e quando ele passa na espermateca, esta libera o espermatozoide da outra minhoca. Espermatozoide e óvulo formam o ovo. Ao chegar à cabeça da minhoca, esse tubo se fecha e endurece paulatinamente, formando os casulos que têm a função de proteger o ovo;
- f) Criação para a escolha do local para a instalação do minhocário, algumas observações devem ser feitas como dar preferências por áreas mais altas, evitando-se as baixadas pelas possibilidades de encharcamento; dimensionamento da área de instalação, prevendo-se futuras ampliações; facilidade de mão-de-obra; local servido por estradas de acesso para facilitar as operações de manejo e escoamento da produção; proximidade de água abundante e limpa, bem como energia elétrica; proximidade de fornecedores de matéria-prima (esterco p. ex.) entre outras observações. A construção

dos canteiros deve seguir um padrão para essa finalidade, cujas medidas internas são de 1,0 m de largura por 0,40 de altura e comprimento variável, sendo recomendado até 10 m. Outros métodos alternativos de construção de minhocário também podem ser feitos, é o caso de tambores de 60 L cortados ao meio e perfurados para que o húmus caia por sobre uma lona plástica para posterior recolhimento;

 g) Matéria-prima para o substrato – é importante não misturar diferentes estercos tais como de aves, bovinos, coelhos, isso se faz necessário para que as minhocas não percam tempo procurando o alimento preferido, prolongando o processo de preparação do húmus. O esterco utilizado deve ser de qualidade comprovada, pois esterco que passou muito tempo no campo pode estar deteriorado, produzindo húmus de baixo teor nutritivo, além de exigir mais tempo para sua elaboração. É importante disponibilizar para as minhocas estercos que estejam semicurados, pois se o esterco estiver fresco, no processo de decomposição tornará o meio ácido (urina, seiva de plantas) o que levará uma não preferência por esse substrato, por parte da minhoca, mesmo sendo capaz de alcalizar o meio, nestas condições exigirá muita energia do animal para neutralizar os ácidos desprendidos no processo de decomposição da M.O.

6.10.4. Biofertilizante líquido

Obtido pela degradação da M.O. (estercos de bovinos ou restos vegetais), em condições aeróbicas ou anaeróbicas em biodigestores. Entretanto não existe uma fórmula padrão para a produção de biofertilizantes. Receitas variadas são testadas, utilizando--se componentes minerais para o enriquecimento do meio de cultivo. Sua aplicação pode ser via solo ou via foliar, mais usada, desse modo fornece também um resíduo sólido que pode ser aplicado ao solo.

Além do seu teor nutricional, fornecendo proteínas, enzimas, vitaminas, antibióticos naturais, macro e microelementos, é utilizado como defensivo natural, principalmente devido a presença do Bacillus subtillis, aumentando o vigor e a resistência das plantas. Estudos realizados com biofertilizantes líquidos de bovino foi demonstrado que há pre-





Figura 6.2. Biodigestor produzido, a partir de uma bombona plástica com válvula hidráulica de pressão, para produção de biofertilizante. Fonte: Cavalcante (2009)

sença de inúmeros microrganismos como bactérias, leveduras e bacilos, principalmente Bacillus subtillis. Estes microrganismos sintetizam substâncias antibióticas, as quais demonstram ter grande ação e eficiência como substâncias fungiostáticas e bacteriostáticas de fitopatógenos causadores de danos em lavoras comerciais.

Devido aos elevados efeitos hormonais e altos teores das substâncias sintetizadas, o uso de biofertilizantes em pulverizações foliares normalmente são feitos com diluições em água entre 0,1 a 5%. Em concentrações muito elevadas, o biofertilizante pode causar estresse fisiológico na planta retardando seu crescimento, floração e frutificação. Isso se deve, provavelmente, ao desvio metabólico para a produção de substâncias de defesa. Referente ao horário de aplicação, deve-se dar preferência aos de baixa demanda evaporativa, evitando períodos secos e horas mais quentes do dia, pois pode induzir altas concentrações do fertilizante sobre as folhas das plantas e demandar por elas, uma quantidade de água muito maior em relação aos dias e horários mais frios, isso devido ao aumento da atividade metabólica na manutenção do equilíbrio hídrico em suas células.

6.10.5. Adubação Verde

A técnica da adubação verde consiste em introduzir, em um sistema de produção, a espécie apropriada para depositar sobre o solo ou incorporar sua massa vegetal. Os benefícios da prática da adubação verde relacionam-se diretamente com o ganho de matéria orgânica no sistema, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, estimulando a atividade microbiana e, consequentemente, proporcionando, através da concorrência, redução do potencial de inóculo de agentes patogênicos que vivem no solo, como fungos, bactérias e nematóides.

A introdução de cultivos de adubos verdes na propriedade promove, ainda, a quebra do ciclo vegetativo das várias espécies que compõem a vegetação espontânea, impedindo-as de produzir e lançar sementes e propágulos vegetativos ao solo, ao mesmo tempo em que parte desse material perde sua viabilidade devido ao impedimento à sua germinação e desenvolvimento. Como consequência, obtém-se menor infestação de plantas concorrentes no plantio da cultura subsequente.

A introdução do adubo verde deve ser prática previamente planejada dentro da propriedade, considerando as diferentes características das espécies que apresentam potencial para esse fim. Além disso, é recomendável que o produtor tenha em mente que os melhoramentos em seu sistema de produção podem não vir de imediato, pois, como se trata de sistema, é preciso que se dê tempo para que o processo possa dar resposta.

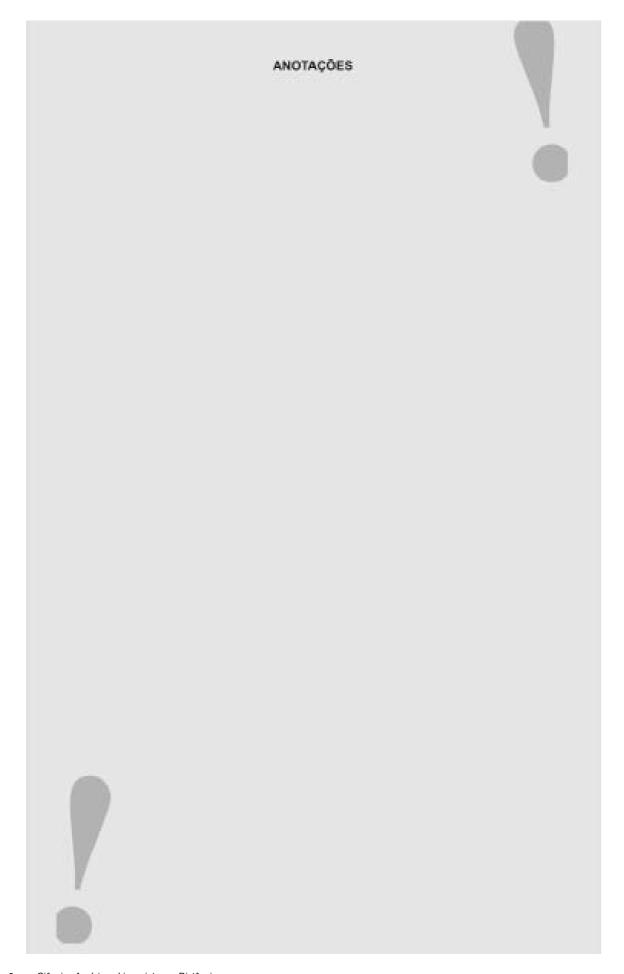


Figura 6.3. Adubação verde

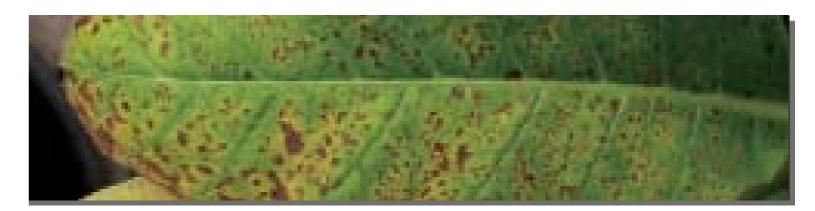
A escolha da espécie de adubo verde a ser introduzida no sistema é de suma importância, uma vez que cada uma apresenta características próprias que devem ser consideradas, objetivando, assim, melhor aproveitamento da prática. A espécie a ser introduzida deve, primeiramente, ser capaz de melhorar os fatores limitantes à produtividade, atendendo, em segundo plano, a objetivos secundários mais amplos como a melhoria de todo o sistema. Assim, se o produtor detectar a presença de nematóides no solo que estejam limitando a produção da cultura comercial, a escolha deverá recair em espécie capaz de reduzir o potencial de inóculo desse microrganismo no solo, como as crotalárias. Se a intenção do produtor é elevar a disponibilidade de nitrogênio no solo, a escolha deverá ser por uma leguminosa, capaz de incorporar ao sistema elevadas quantidades de nitrogênio através da fixação biológica.

Ao contrário, se o solo contiver elevadas quantidades de nitrogênio, fruto de repetidas adubações com esse nutriente, deve-se preferir o cultivo de espécies da família das gramíneas, pois a palhada produzida tem maior capacidade de promover a imobilização de parte desse nutriente livre e que pode trazer problemas à produtividade da cultura comercial.

ANOTAÇÕES



UNIDADE VII - MANEJO ECOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS



7.1. MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS - MIP

abordagem do Manejo Integrado de Pragas (MIP), surgiu no começo da década de 1970, em resposta as preocupações com os impactos ambientais causados pelos agrotóxicos. Ao fornecer uma alternativa à estratégia de intervenção unilateral com agroquímicos, o MIP mudou a filosofia de proteção de culturas para um enfoque mais profundo sobre a ecologia, tanto dos insetos quanto das plantas, com base no uso de várias táticas complementares.

Considerou-se que a teoria ecológica oferecia uma base para prever como mudanças específicas nas práticas produtivas e no uso de insumos poderiam ter efeitos sobre as pragas. Também pensou-se que a ecologia poderia ajudar no desenho de sistemas agrícolas menos vulneráveis à aparição de pragas.

Portanto, MIP pode ser definido como uma estratégia de manejo de pragas que considera tanto o contexto socioeconômico dos sistemas de produção, quanto o ambiente associado e as dinâmicas populacionais das espécies e utiliza todas as técnicas e métodos compatíveis e adequados à manipulação da população de pragas abaixo do nível de dano econômico.

Teoricamente, o manejo integrado de pragas deve incorporar várias táticas diferentes de controle, baseando-se inicialmente nos fatores naturais (patógenos, parasitas, predadores, e condições meteorológicas, por exemplo) deixando o manejo com uso de agrotóxicos como último recurso. Baseia-se na dinâmica de população das pragas, como a duração do estádio imaturo ou o período de reprodução, para sugerir a exploração dos pontos fracos na biologia da praga.

Uma outra parte importante do MIP envolve a determinação dos limites econômicos de danos à produtividade, evitando o controle dos insetos antes que as populações alcancem esses limites. Os praticantes do MIP avaliam se há pragas suficientes que justifiquem o controle pelo produtor, se as pragas irão durar muito tempo ou se as populações permanecerão densas a ponto de diminuir a produção ou se haverá intervenção dos controles naturais.

As ações adotadas podem ser métodos culturais, controle biológico, uso de agrotóxicos, ou a combinação destas medidas. Os métodos culturais incluem o controle da densidade e da diversidade vegetal, práticas culturais, controle fitossanitário, alteração das datas de plantio e colheita, uso de diversas variedades e modificação dos níveis de fertilidade e irrigação. O controle biológico baseia-se no uso de predadores, parasitas, patógenos e nematóides, podendo envolver o estudo de outras regiões, até mesmo esO Manejo Integrado de Pragas deveria ser orientado a prevenir o surgimento delas, ao melhorar a estabilidade dos sistemas de produção, ao invés de enfrentar os problemas de pragas depois que elas aparecem. Atualmente, a questão fundamental do manejo é desenhar sistemas que possam controlar o complexo de pragas, ao mesmo tempo em que atingem elevadas produções e máxima qualidade, com o mínimo de danos ambientais.

Estes objetivos podem parecer conflitantes e geralmente o são, quando produção e qualidade para o mercado são enfatizados. Entretanto, o conflito pode ser evitado quando o MIP está coordenado com sistemas mais amplos, relacionados ao manejo dos solos e da água, à conservação de recursos, à proteção ambiental e ao desenvolvimento socioeconômico. O MIP deve ser planejado para promover o equilíbrio entre as populações de pragas e organismos benéficos, baseado em conhecimentos econômico e social e em consequências ecológicas.

7.2. CONTROLE CULTURAL DE INSETOS-PRAGA

O controle cultural de insetos-praga é afetado pela modificação do ambiente, de maneira a torná-lo desfavorável às pragas, ou dito de outra forma, ótimo para a ação dos inimigos naturais. Isto é alcançado com o uso de várias técnicas, como a rotação de culturas e a sincronização da época de plantio, além de outras técnicas que promovem a biodiversidade, como os consórcios e o manejo da vegetação espontânea e das áreas circunvizinhas. Os objetivos são, primeiramente reduzir a colonização inicial de pragas e, caso ela ocorra, reduzir a reprodução, a sobrevivência e a dispersão das pragas.

A rotação de culturas, a época de preparo do solo e a data do plantio são três práticas agronômicas que podem afetar diretamente tanto a produção, quanto o nível de infestação de pragas numa cultura. Geralmente, a rotação de cultura é mais efetiva contra espécies de pragas que têm hospedeiros mais específicos e dispersão mais limitada. É mais difícil estabelecer rotações contra espécies de pragas polífagas e/ou com grande mobilidade.

A nova geração de pragas, que pode ter passado o inverno nas proximidades da cultura hospedeira, será enfrentada com uma cultura diferente, não hospedeira, na estação seguinte. A praga será obrigada a se dispersar e para os insetos com pouco poder de dispersão isto pode reduzir a probabilidade de encontrar o hospedeiro, podendo resultar na colonização retardada das espécies vegetais hospedeiras.

O tipo de preparo do solo pode influenciar muito o ambiente do solo, afetando a sobrevivência dos insetos, tanto indiretamente, criando condições inóspitas e expondo os insetos aos inimigos naturais, como diretamente, através de danos físicos ocasionados pelo processo de cultivo.

Sabe-se que a aração afeta o número de ovos e ninfas de duas espécies de gafanhotos, *Kraussaria angulifera* e *Oedaleus senegalensis*, expondo os ovos à desidratação e reduzindo o nível nutricional, a proteção e a vegetação disponível, tornando o solo irregular e inadequado para a postura dos ovos.

Em muitas regiões, o plantio antecipado pode trazer benefícios reduzindo a infestação de pragas. A variação da época de plantio das culturas funciona como um meio de controle cultural, ao criar uma falta de sincronia entre a fenologia do inseto e das plantas, o que pode retardar a taxa de colonização ou evitar que a praga coincida com um estádio crítico do crescimento da cultura.

Para que estes métodos tenham maior impacto, deve-se sincronizar as épocas de plantio entre as propriedades de uma região, para reduzir a variação dos estádios disponíveis da cultura. Na Etiópia, o plantio do milho em abril e começo de maio reduziu

significativamente a infestação de pragas, pela segunda geração foram significativamente mais altos nas áreas plantadas por último, afetando negativamente a produção de milho.

7.3. DIVERSIDADE DA VEGETAÇÃO E PROBLEMAS COM PRAGAS

A maioria dos entomologistas, fitopatologistas e pesquisadores de plantas espontâneas concorda que a intensificação que tem acompanhado o crescimento da agricultura promove várias práticas que favorecem às pragas, às doenças e à vegetação espontânea. Algumas delas são:

- a) Aumento das áreas cultivadas, resultando em monoculturas extensivas ou em modelos de períodos curtos de rotação de culturas com baixa diversidade de espécies;
- b) Aglomeração de espécies e/ou variedades semelhantes, diminuindo a diversidade regional;
- c) Aumento da densidade de plantas hospedeiras cultivadas através da adoção de espaçamentos favorecendo as explosões populacionais de pragas e epidemias;
- d) Aumento da uniformidade de populações hospedeiras e consequente redução da diversidade genética. Alteração genética das culturas visando ao aumento de produção com pouca atenção à redução dos fatores reguladores da resistência natural a insetos e patógenos;

Os fitopatologistas reconhecem os seguintes modelos de comportamento das doenças em monocultivo:

- a) A doença aumenta até a intensidade e severidade máximas, permanecendo por toda a duração da monocultura;
- b) A doença aumenta até um determinado ponto, com intensidade moderada, mantendo-se em um determinado nível;
- c) A doença apresenta um desenvolvimento mínimo ou não detectável em toda a monocultura;
 - d) A doença exibe intensidade variável de desenvolvimento, em ciclos irregulares;
- e) A doença aumenta até o pico de intensidade máxima, seguido por um período de severidade decrescente:

Com insetos, este modelo não ficou claramente definido. Entretanto, análises foram realizadas e indicaram que a abundância de pragas geralmente aumenta com extensos períodos de monocultura, destruição de talhões arbóreos e cercas-vivas, aumento desproporcional da área cultivada, substituição de produção diversificada ou de culturas de pouca manutenção e substituição de floretas naturais por culturas anuais.

Os pesquisadores interessados nas técnicas ecológicas para o controle de pragas preveem a restauração da diversidade vegetal na agricultura. Eles esperam que a introdução de uma diversidade intencionalmente selecionada, aos sistemas de cultivo, possa tornar possível a incorporação de algumas propriedades estáveis das comunidades naturais nos agroecossistemas.

7.4. DIVERSIFICAÇÃO DE AGROECOSSISTEMAS E CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

Os monocultivos são ambientes difíceis para se induzir um eficiente controle biológico de pragas, pois estes sistemas carecem de recursos adequados ao desempenho efetivo dos inimigos naturais e também devido às práticas culturais impactantes geralmente utilizadas.

Os sistemas de cultivo mais diversificados já contêm certos recursos específicos

para os inimigos naturais, proporcionados pela diversidade de plantas, especialmente quando não alterados por agrotóxicos. Portanto, ao substituir ou adicionar diversidade nos sistemas existentes, há a possibilidade de que as modificações na diversidade dos habitats possam fomentar uma maior abundância e eficiência dos inimigos naturais através do:

- a) Fornecimento de hospedeiros e presas alternativos em períodos nos quais faltam hospedeiros para as pragas;
- b) Fornecimento de alimento (pólen e néctar) para parasitas e predadores adultos:
 - c) Fornecimento de refúgio invernal para nidificação (fazer o ninho) etc;
- d) Manutenção de populações aceitáveis da praga por períodos extensos, garantindo a sobrevivência dos insetos benéficos;

O efeito específico resultante da estratégia a ser usada vai depender das espécies de herbívoros e inimigos naturais associados, assim como das propriedades da vegetação, condições fisiológicas da cultura, ou da natureza dos efeitos diretos de determinadas espécies de plantas.

Além disso, o sucesso dessas medidas pode ser influenciado pela escala em que são implementadas (na escala da gleba plantada, na escala da propriedade rural ou mesmo regional), uma vez que o tamanho da área cultivada, incluindo a composição da vegetação circundante, e seu nível de isolamento (distância da fonte de colonização) irão afetar as taxas de imigração e emigração e o tempo efetivo de permanência de um determinado inimigo natural no cultivo.

Talvez, uma das melhores estratégias para aumentar a eficiência dos predadores e parasitas seja a manipulação de recursos alimentares alternativos (pólen, néctar e hospedeiro/presa alternativos). Neste caso, não é apenas importante que a densidade dos recursos alternativos seja alta para influenciar a população de inimigos, mas a distribuição espacial e a dispersão temporal dos recursos também devem ser adequadas.

O manejo adequado de recursos alternativos deve resultar na colonização precoce do inimigo natural no habitat, antes do aparecimento da praga, encontrando frequentemente recursos bem distribuídos nos plantios, aumentando assim a probabilidade do inimigo natural permanecer e se reproduzir no habitat.

Certos arranjos dos policultivos aumentam, e outros reduzem, a heterogeneidade espacial dos recursos nutricionais específicos, portanto, determinadas espécies de inimigos naturais podem ser mais ou menos abundantes numa policultura específica. Esses efeitos e respostas, só podem ser determinados experimentalmente, estudando-se diversos agroecossistemas. A tarefa é, de fato, enorme, já que essas técnicas de fomento têm que ser necessariamente específicas para o local.

7.5. DINÂMICA DE INSETOS EM POLICULTIVOS ANUAIS

Evidências marcantes sugerem que os policultivos sustentam uma menor carga de herbívoros do que as monoculturas. Uma explicação para esta tendência seria que populações de inimigos naturais relativamente mais estáveis podem persistir em policultivos devido à disponibilidade mais contínua de fontes nutricionais e microhabitat.

Outra possibilidade seria que os herbívoros especializados teriam maiores oportunidades de encontrar e permanecer em monocultivos, os quais fornecem recursos concentrados e condições físicas homogêneas.

Reduções na população de pragas devido ao uso de herbicidas em policultivos podem ter efeitos drásticos na produção das culturas. Por exemplo, a competição com caupi reduziu a produção de mandioca, no consórcio, quando a mosca branca da mandioca foi controlada com inseticida. Entretanto, quando não foi aplicado inseticida para

o controle da mosca branca, a produção de mandioca no policultivo foi mais alta que na monocultura. Sem o inseticida, o efeito de competição exercido pelo caupi foi compensado pela proteção que ofereceu à mandioca.

7.6. MANEJO DE DOENÇAS NA PERSPECTIVA DA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Ao se examinar a evolução do homem moderno, nos últimos 100.000 anos, observa-se que apenas nas últimas centenas de anos, passamos a nos ver como seres superiores que não se submetem às leis da natureza. A própria agricultura, com mais de 10.000 anos de desenvolvimento, apenas muito recentemente passou a ser desconectada da natureza, sendo obrigada a assumir um modelo industrial de produção de escala.

Por outro lado, tem sido cada vez mais evidente que o caminho da industrialização da agricultura, que tem promovido a adoção de tecnologias desenvolvidas com vistas à alcançar altas produtividades, sem que sejam considerados seus impactos sobre ecossistemas e a organização social e cultural das comunidades locais, tem promovido, entre outras consequências negativas, um desequilíbrio na regulação biótica dos ecossistemas, e, consequentemente, um aumento exacerbado na incidência e severidade das doenças das plantas cultivadas.

No manejo ecológico de doenças de plantas, o objetivo é a redução da capacidade de patógenos causarem perdas significativas de produção, evitando-se perturbar o equilíbrio ambiental, ao mesmo tempo em que se procura reduzir a dependência de insumos externos aos agroecossistemas.

O meio fornece inúmeros mecanismos de controle de doenças, bióticos e abióticos, que atuam em todos os momentos, em especial através da ação de agentes de controle biológico, por competição (por espaço, nutrientes e proteção), predação ou parasitismo. O manejo do meio, de maneira a favorecer as interações positivas com as plantas, e ao mesmo tempo, promover as interações negativas com as populações dos patógenos, é possivelmente o aspecto mais importante do manejo ecológico de doenças, mas ao mesmo tempo o mais complexo, visto a dificuldade de sabermos as condições ideais nos mais diferentes ecossistemas, pois são infinitas as possibilidades de interações bióticas, abióticas e culturais.

Cada caso precisa ser estudado individualmente, não sendo possível generalizações, ou "pacotes tecnológicos". A base está no manejo dos recursos naturais, em especial solo, água e biodiversidade, e dos recursos produtivos, visando o estabelecimento de um agroecossistema no qual as mais diversas funções ecológicas, de ciclagem de energia e de nutrientes, estejam relativamente equilibradas, e sejam realizadas por grupos funcionais relativamente especializados.

É preciso promover uma mudança na organização das plantas, através de plantios consorciados, sistemas de plantio em faixas e de agroflorestas. Esta mudança de desenho, promovendo a agrobiodiversidade, introduz também a possibilidade de maior separação entre populações da mesma cultura, reduzindo a velocidade das epidemias. Também é essencial o manejo da matéria orgânica no sistema, de maneira a promover um incremento na atividade biológica do solo, e a manutenção da fertilidade via fixação, reciclagem e solubilização de nutrientes.

Ao mesmo tempo a adição de matéria orgânica e a atividade da microbiota no solo podem promover a supressividade do solo aos patógenos. Essa supressividade é devida à exclusão competitiva e antibiose, devidas a organismos nativos, e ao estímulo à germinação de estruturas de resistência destes patógenos, pela produção de compostos voláteis, quando os hospedeiros não estão presentes, tornando estes patógenos mais susceptíveis à ação de seus inimigos naturais, e esgotando suas reservas nutritivas, importantes para que possam infectar seus hospedeiros.

Todos os métodos que aumentam a matéria orgânica e a fertilidade dos solos de maneira natural, também favorecem o controle de doenças, pois ao liberarem nutrientes

Dessa forma, todas as práticas que auxiliam a manter reduzida a população de patógenos, que aumentem as populações de antagonistas, ou que promovam a capacidade das plantas de resistir ao ataque dos patógenos, potencializam o manejo ecológico de doenças. São práticas como a rotação de culturas, a consorciação, o plantio em faixas, o plantio de quebra-ventos e de corredores biológicos, a adubação verde e manutenção da cobertura do solo, o plantio direto ou o cultivo mínimo, e outras tantas que permitem a manutenção da saúde dos solos e da agrobiodiversidade e que são consistentemente demonstradas como eficientes para promover a sustentabilidade da agricultura.

7.7. CONTROLE DE PATÓGENOS RESIDENTES EM RESÍDUOS CULTURAIS EM CULTIVO CONSERVACIONISTA

Após a colheita de culturas anuais, com exceção das raízes, o ambiente do solo não muda rápida e drasticamente nas suas características físicas, químicas ou biológicas, principalmente no que diz respeito à temperatura, umidade, nutrientes, pH e a composição da comunidade microbiana e de fauna, exceto a proporção de espécies individuais.

As raízes mortas tornam-se fonte de nutrientes para uma ampla variedade de microrganismos do solo que substituem o grupo seleto de microrganismos de rizoplano/ rizosfera. Com fungos, que são os colonizadores pioneiros, inicia-se o processo de decomposição. Os patógenos fúngicos como algumas espécies de *Fusarium, Verticillium, Rhizoctonia* e *Macrophomina phaseolina* presentes nas raízes mortas, já se prepararam para sobreviver não só ao ataque de organismos decompositores de raízes, que resultará na sua liberação na matriz do solo, mas também sobreviver ao ataque de seus inimigos, por exemplo, os antagonistas presentes no solo, produzindo escleródios (estruturas de resistência dos fungos) compactos, duros e ricos em melanina, micélio (estrutura de sustentação e absorção de nutrientes dos fungos) de paredes grossas e clamidósporos (estruturas de sobrevivência dos fungos).

Além destes mecanismos intrínsecos de sobrevivência, eles gastam enorme quantidade de energia para produzir quantidade extremamente alta de unidades de sobrevivência na planta doente, porque só uma pequena fração delas sobreviverá até o próximo ciclo da cultura. Esse fenômeno pode ser muito bem exemplificado por *Macrophomina phaseolina*. Esse fungo pode produzir mais de meio milhão de escleródios numa única planta doente de milho ou 50 a 60 mil por grama de raiz e haste de soja. Entretanto, até a safra do ano seguinte sua população cairá a menos de 200 escleródios por grama de solo.

A maioria dos patógenos residentes em resíduos pode ser facilmente controlada se o resíduo for destruído, seja por entenio ou por queima e também com uso de fungicidas, que com o passar do tempo, podem acarretar problema de ineficácia. Nenhuma destas técnicas pode ser considerada ecologicamente correta, embora a eco-compatibilidade de uso de químicos pode ser melhorada pelo uso correto, baseado nos rígidos princípios científicos de epidemiologia (que na prática seria uma utopia) e monitoramento constante para detectar o aparecimento de resistência ao fungicida.

A abordagem ecologicamente correta para controle de doenças segue os mesmos princípios do não-ecológico, mas difere em métodos: 1. Resistência ou tolerância de hospedeiro; 2. Rotação de cultura e 3. Controle biológico. Uso de resistência ou tolerância do hospedeiro é o modo mais desejável para minimizar os danos econômicos causados por qualquer patógeno, mas o que é altamente desejável não é sempre possí-

vel ou praticável. Isso nos deixa apenas duas opções, a rotação de culturas e o controle biológico.

A razão para a adoção da rotação de culturas, não é particularmente para prevenir apenas a perda da fertilidade do solo. Esta prática é de grande importância, principalmente como medida sanitária. A rotação correta livra o solo de doenças específicas de culturas.

A rotação de cultura para controle de patógenos em resíduos culturais na superfície do solo requer uma compreensão da biologia dos patógenos nesse nicho ecológico.

Antes de tentar a medida de controle, será necessário saber o período de tempo que
estes patógenos ficam viáveis em quantidade suficiente para causar doença nos níveis
não-aceitáveis em diferentes agroecossistemas e identificar as plantas invasoras que podem atuar como hospedeiros reservatórios. Ainda que a base científica é preparada para
a rotação de cultura num ecossistema particular, há outros fatores que influenciam na
escolha de rotação como medida de controle. Os mais importantes fatores seriam, retorno
econômico, disponibilidade de mercado, mão-de-obra, maquinaria e clima, que podem fazer da rotação uma escolha não atrativa para os produtores em certos agroecossistemas.

Considerando a aplicabilidade e a facilidade, nem sempre é possível usar a rotação de cultura como medida primária para o controle de patógenos residente nos resíduos culturais em cultivo conservacionista, que nos conduz a escolha do controle biológico. O controle de doenças de plantas por rotação de culturas é basicamente atingido por interferência dos outros microrganismos, embora o mecanismo de exaurir patógenos através da ausência de hospedeiro posa contribuir até certo ponto, especialmente quando o patógeno não pode competitivamente colonizar outros substratos.

Se esse trabalho for deixado para encargo da natureza, o processo é muito lento e leva muito tempo. Recentemente, com alguns estudos, têm sido possível demonstrar a grande possibilidade de introdução de organismos antagônicos, principalmente fungos, para reduzir o inócuo primário de patógenos nos restos culturais deixados na superfície do solo.

No estágio em que se encontra o cultivo conservacionista, alguns estudos sobre a redução de inócuo nos resíduos culturais na superfície do solo, claramente demonstram que o controle biológico é possível e economicamente viável. No entanto, há desafios que precisam ser superados para se converter os estudos laboratório/casa-de-vegetação e de pequenas parcelas de campo para a realidade comercial.

Os mais importantes entre eles seriam a formulação apropriada de antagonista não removível por vento ou chuva e que permite a cobertura uniforme de resíduos. No caso de culturas anuais, a tecnologia de aplicação com baixo custo operacional deve combinar preferencialmente as operações de colheita e de aplicação de antagonista numa única operação. Em clima tropical ou subtropical, precisa-se estudar a possibilidade de melhorar a eficácia da combinação da rotação de cultura e do controle biológico durante a cultura sequencial em sistema de cultivo sucessivo.

7.8. MÉTODOS ALTERNATIVOS USADOS COM SUCESSO NO BRASIL PARA O CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

Nos últimos anos, a sociedade tem criado uma demanda crescente por produtos diferenciados, obtidos com a mínima degradação dos recursos naturais. Entre esses, destacam-se os portadores de selos que garantem a não utilização de agrotóxicos no processo produtivo.

Com isso, sistemas de cultivo mais sustentáveis têm sido desenvolvidos, portanto, menos dependentes do uso de agrotóxicos. O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras. Esse enfoque altera as propriedades dos sistemas convencionais de agricultura em relação ao

uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente. As alterações implicam na redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas.

Em contraste com a agricultura convencional, os sistemas alternativos buscam obter vantagens das interações de ocorrência natural. Os sistemas alternativos dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre pragas e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao contrário do uso de métodos químicos. O objetivo é aumentar e sustentar as interações biológicas nas quais a produção agrícola está baseada, ao invés de reduzir e simplificar essas interações.

Modernamente, devido à conscientização dos problemas causados pelos agrotóxicos para o ambiente, a sociedade vem exigindo a redução de seu uso, de forma que a pesquisa vem testando os mais diversos produtos, muitos deles já utilizados pelos agricultores em décadas passadas.

Dessa forma, esse tópico apresentará algumas técnicas alternativas (aos fungicidas) de controle de doenças de plantas que podem ser utilizados nos sistemas de cultivo. Didaticamente os métodos alternativos serão divididos em controle físico, controle biológico e controle com produtos alternativos.

7.8.1. Controle físico

a) Solarização do solo – é um método que utiliza a energia solar para a desinfestação do solo, resultando no controle de fitopatógenos, plantas invasoras e pragas do solo. O método consiste na cobertura do solo, preferencialmente úmido e em pré-plantio, com um filme plástico transparente, durante o período de maior radiação solar. (Figura 7.1)

A duração do tratamento deve ser a maior possível, isto é, o plástico deve permanecer no solo durante o maior período de tempo, até a data do plantio. De modo geral, recomenda-se a permanência do plástico por um a dois meses, em condições de campo. Em cultivo protegido, o tratamento pode ser reduzido se as paredes laterais da estufa permanecerem fechadas durante a solarização. A área tratada com a solarização deve



Figura 7.1. Aplicação em grande escala de solarização do solo

ser contínua e a maior possível

A redução na incidência de doenças pode durar vários ciclos da cultura sem a necessidade de repetir o tratamento de solarização. O efeito prolongado é resultado da pronunciada redução na quantidade de inóculo associada a uma mudança no equilíbrio biológico do solo, em favor de antagonistas, retardando a reinfestação.

b) Coletor solar para desinfestação de substratos – consiste numa caixa de madeira que contem tubos metálicos e uma abertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares. (Figura 7.2.) O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, através da força da gravidade. Os coletores são instalados com exposição na face norte e um ângulo de inclinação semelhante a latitude local acrescida de 10°. Os detalhes de sua construção pode ser encontrado na internet página da Embrapa Meio Norte.

O coletor solar pode ser usado o ano todo, exceto em dias de baixa radiação solar. Em períodos de radiação plena, os coletores podem ser recarregados diariamente. Alguns viveiros de mudas no país adotaram essa técnica para tratamento em larga escala de substrato para a produção de mudas. Nesses viveiros o brometo de metila foi totalmente substituído pelos coletores solares. Dessa forma, pode-se afirmar que o coletor solar substitui integralmente o uso do brometo de metila e outros produtos químicos, sem a necessidade de tratamentos complementares. Por permitir a sobrevivência de microrganismos termotolerantes, o substrato tratado no coletor apresenta maior dificuldade de reinfestação por patógenos habitantes do solo, sendo essa mais uma das vantagens do equipamento.



Figura 7.2 Coletor solar para desinfestação de substratos para mudas de plantas. Fonte: http://engagricolaambiental.blogspot.com/

7.8.2. Controle biológico

a) Trichoderma para o controle de patógenos habitantes do solo – espécies do gênero Trichoderma são as mais amplamente estudadas para o controle de doenças de plantas. Dessa forma, são diversos os exemplos utilizando esse antagonista para o controle de patógenos de solos.

Um dos exemplos é um produto que sendo produzido na região de Barreiras, BA, onde o fungo é multiplicado em sementes de milheto e utilizado para o controle de *Fusa-rium, Rhizoctonia, Sclerotinia* e *Sclerotium* nas culturas de feijão, algodão, soja e milho. O sucesso é devido à aplicação do antagonista em diversos estádios de desenvolvimento da planta. Para tanto, a viabilidade foi obtida após a regionalização da produção do bioagente, que tornou possível a aplicação de 20 a 30 kg de *Trichoderma* por hectare. Os resultados de controle das doenças são semelhantes aos obtidos com fungicidas, sendo o custo do controle biológico nessa situação aproximadamente metade do controle com fungicidas.

Atualmente, estão disponíveis no mercado brasileiro, diversos produtos comerciais à base de *Trichoderma*, com recomendações para o controle de diversos patógenos de solo.

b) Premunição para o controle de doenças de plantas – a premunição é a técnica de promover a infecção de uma planta com uma estirpe fraca de um vírus que venha a oferecer proteção contra a estirpe forte, desta maneira levando a um controle das manifestações severas da doença.

A forma convencional de controle de um closterovírus (CTV) foi a utilização de porta-enxerto tolerantes ao vírus, que permitiram a ampliação da citricultura brasileira, principalmente a paulista, possibilitando que a mesma se tornasse a maior do mundo. A utilização do porta-enxerto tolerante ao vírus da tristeza não foi a solução satisfatória para controlar os danos ocasionados por isolados indutores de caneluras e de frutos denomi-

nados "coquinhos".

Nesse caso, a solução encontrada foi o uso da premunição. Atualmente, praticamente todas as plantas de laranja "Pera" plantadas no Brasil, originam-se de material premunizado com isolados fracos do CTV e estão crescendo satisfatoriamente. No caso de outras variedades o uso é restrito ou inexistente.

O agente biológico foi encontrado naturalmente em plantas que se sobressaíam em pomares da cultivar que se desejava premunizar. A multiplicação do agente é realizada pela perpetuação de plantas matrizes premunizadas e lotes de borbulheiras premunizadas. Normalmente, quando os agricultores adquirem as mudas, já estão comprando plantas premunizadas com isolados fracos do vírus da tristeza. De modo geral, a eficiência da técnica gira em torno de 90%, e é determinada por avaliações periódicas pelos órgãos de pesquisa.

c) Produtos alternativos

c.1) Uso do leite cru para o controle de Oídio – os Oídios se situam entre os principais fitopatógenos, ocorrendo em todas as regiões do mundo e na maioria das espécies vegetais cultivadas. Embora raramente causem a morte das plantas, eles reduzem o potencial produtivo das culturas e podem afetar a qualidade do produto.

A pulverização do leite de vaca cru, uma vez por semana, nas concentrações de 5 a 10%, dependendo da severidade da doença, controla o Oídio da abobrinha e do pepino de forma semelhante aos fungicidas recomendados para a cultura. O leite deve ser utilizado preventivamente e toda a planta deve ser pulverizada. De preferência utilizar pulverizador específico para o leite. O leite não exige o uso de espalhante adesivo, entretanto, os resultados são melhores com a sua mistura na calda de aplicação.

O leite pode agir por meio de mais de um modo de ação para controlar o Oídio. Leite fresco pode ter efeito direto contra *Sphaerotheca fuliginea* devido às suas propriedades germicidas; por conter diversos sais e aminoácidos, pode induzir a resistência das plantas e/ou controlar diretamente o patógeno; pode ainda estimular o controle biológico natural, formando um filme microbiano na superfície da folha ou alterar as características físicas, químicas e biológicas da superfície foliar.

c.2) Casca de camarão para o controle de podridão de raízes – a incorporação de resíduos ao solo pode induzir supressividade por meio do estímulo da microbiota antagônica. A aplicação de casca de camarão moída diminui a incidência da podridão de raízes causada por *Fusarium* spp. em diversas culturas, como feijão, rabanete, ervilha, gengibre, pimenta e outras.

Tal prática que vem sendo utilizada por agricultores, inclusive no Brasil, e tem se mostrado viável e eficiente. A indução da supressividade é atribuída ao estímulo do desenvolvimento de microrganismos antagônicos ao patógeno, pois a diluição do solo tratado e seu plaqueamento mostraram não só o decréscimo da população de *Fusarium*, como também o aumento da comunidade de actinomicetos, que atuam no controle biológico do patógeno.

c.3) Biofertilizantes – o biofertilizante produzido pela digestão anaeróbia ou aeróbia de diversos materiais orgânicos, vem sendo recomendado para o controle de numerosas doenças. Essa nova abordagem do controle passou a ser considerada viável após observações de uso prático por agricultores orgânicos.

O biofertilizante representa a adição de macro e micronutrientes, microrganismos e seus metabólitos e de compostos orgânicos e inorgânicos com efeitos sobre a planta e sobre a comunidade microbiana da folha e do solo.

O controle das doenças pode ser tanto devido à presença de metabólitos produ-

zidos pelos microrganismos presentes no biofertilizante, como pela ação direta destes organismos sobre o patógeno e sobre o hospedeiro. Ainda existe a ação direta ou indireta dos nutrientes presentes no biofertilizante sobre os patógenos.

c.4) Estratos de plantas e algas marinhas – as plantas e as algas marinhas são uma importante fonte de substâncias biologicamente ativas, ou seja, substâncias que apresentam alguma atividade sobre o metabolismo de um organismo vivo (diverso daquele no qual foi produzido).

Do ponto de vista fitossanitário os produtos naturais podem apresentar três atividades principais: antimicrobianos, ou seja, com atividade direta contra os fitopatógenos, pois inibem o crescimento micelial, a germinação de esporos ou a multiplicação de bactérias e outros fitopatógenos; indutores de resistência, pois contém moléculas bioativas capazes de induzir ou ativar os mecanismos de defesa da planta e também os chamados bioestimulantes do crescimento da planta.

7.9. MANEJO DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA

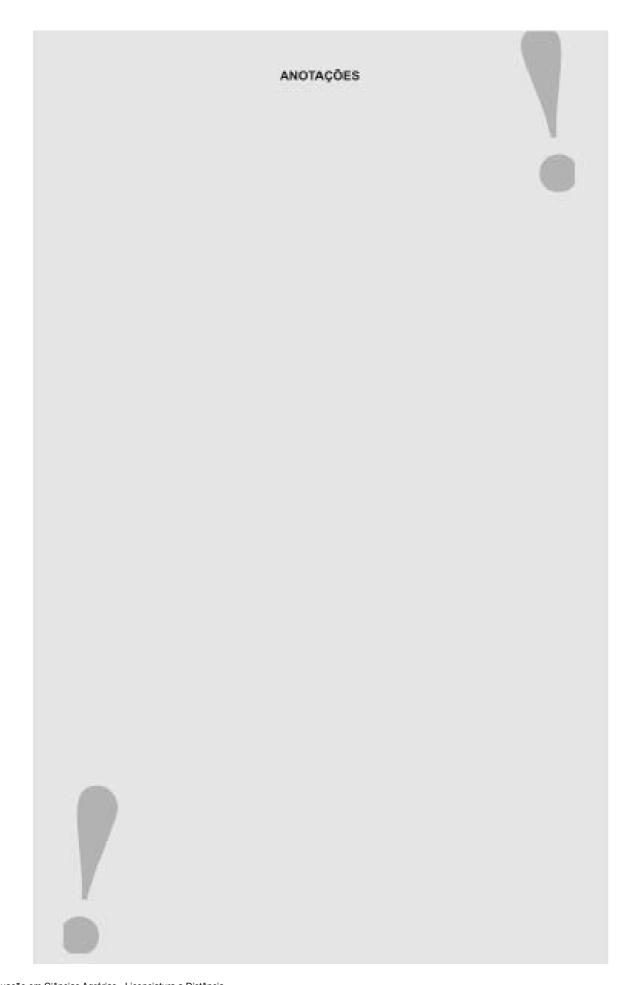
Eliminar frutos doentes ou injuriados depois de colhidos e antes da armazenagem baseia-se no princípio da exclusão. Já o princípio da erradicação pode se dar através da lavagem das frutas e hortaliças que utiliza desinfetantes (cloro), aplicações de radiação ultravioleta tipo C, tratamento por calor, etc. A aplicação de antagonistas na pós-colheita visa a proteção do hospedeiro contra o patógeno, portanto, trata-se do princípio de proteção. O uso do papel de celofane ou dos plásticos especiais envolvendo frutas e hortaliças, além do efeito de proteção, atua no princípio de regulação (O₂/CO₂ e etileno, etc.).

A temperatura, a umidade relativa, a relação O₂/CO₂ podem inibir o crescimento e esporulação dos fungos patógenos. A alteração destes fatores a favor do hospedeiro e contra o patógeno, valida o princípio da regulação. Geralmente, utilizam-se temperaturas mais baixas e alta umidade relativa para a conservação por mais tempo, buscando assim a inibição do patógeno e a manutenção da qualidade das frutas e hortaliças em câmaras frias.

O princípio da evasão, que poderia ser empregado na pós-colheita, seria o não armazenamento de frutos com alto potencial de inócuo, por exemplo, não colher frutos caídos ao chão e não misturá-los com os colhidos, não colher frutos em dias chuvosos e a não reutilização de caixas, bins, conteiners sujos e infestados.

Como ferramentas de decisão, a avaliação do ciclo da doença, dos tipos de patógenos e de culturas, além de outros, podem auxiliar na integração de medidas de controle mais eficientes e menos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente para o controle das doenças pós-colheita.





UNIDADE VIII - ECOLOGIA E MANEJO DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA



agricultura influencia fortemente a evolução da vegetação espontânea. As atividades agrícolas mantêm a sucessão das comunidades de plantas em seu estado inicial. As principais espécies destas comunidades vegetais são classificadas como "invasoras" ou "ervas daninhas".

Muitas destas vegetações espontâneas foram introduzidas de áreas geograficamente distantes ou são "oportunistas" nativas, favorecidas por perturbações, causadas, em particular, pelo homem. As monoculturas raramente usam toda a umidade, luz e nutrientes disponíveis para o desenvolvimento vegetal, deixando, assim, de ocupar nichos ecológicos que devem ser protegidos contra o surgimento e a competição das ervas oportunistas.

8.1. COMPETIÇÃO CULTURA/VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA

As interações cultura/vegetação espontânea variam entre as diferentes regiões geográficas, entre as diversas culturas e até mesmo entre situações diferentes de uma mesma cultura. De fato, as interações cultura/vegetação espontânea são preponderantemente específicas do local e da época. Variam de acordo com as espécies envolvidas, densidade, práticas de manejo e fatores ambientais.

O resultado final da competição com a vegetação espontânea é uma redução na produção. Em muitas culturas, se a vegetação espontânea é deixada sem controle durante a época de cultivo, geralmente não se obtém uma produção comercializável. (Figura 8.1)

Entretanto, o resultado desta competição é afetado por vários fatores.

a) Período da vegetação espontânea em relação à emergência da cultura - a competição da vegetação espontânea durante aproximadamente a primeira terça parte do ciclo da cultura tende a afetar bastante a produção. Geralmente, a produção aumenta pouco quando a lavoura é capinada após essa fase de competição com a vegetação espontânea;

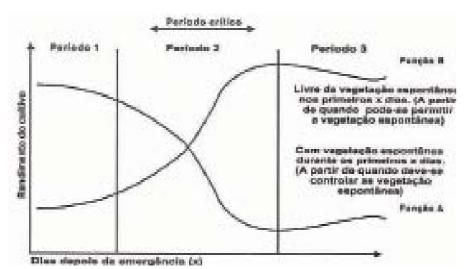


Figura 8.1. Ilustração esquemática do conceito de período crítico de competição da vegetação espontânea (Alstrom, 1990).

- b) Espécies e variedades cultivadas as culturas diferem entre si quanto à capacidade competitiva, a cevada é mais tolerante à interferência que o trigo e este é mais tolerante que a aveia. As culturas que apresentam rápida formação da parte aérea e as espécies mais altas, com extensa área foliar, sofrem menos com a competição da vegetação espontânea;
- c) Densidade da população de vegetação espontânea aumentando-se a densidade da vegetação espontânea, reduz-se o crescimento e a produção da cultura, principalmente pela competição gerada entre as plantas por luz, água e sais minerais presentes no solo:
- d) Espécies de vegetação espontânea Ipomoea purpurea é mais competitiva do que Cassia obtusifolia em densidades semelhantes na cultura do algodão. Em geral, com a mesma população, a vegetação espontânea anual de folhas largas é mais competitiva que as gramíneas anuais.
- e) Tipo de solo o efeito competitivo da vegetação espontânea varia dependendo das características do solo e de sua fertilidade. Em níveis altos de fertilidade, ocorre pouca diferença de produção entre as culturas com e sem controle de vegetação espontânea:
- f) Umidade do solo em solos deficientes em umidade, os aumentos comparativos de produção entre solos capinados e não-capinados variam de acordo com as espécies cultivadas e a vegetação espontânea. A competição entre soja e Setaria spp. foi mínima, independente do teor de água no solo durante a estação:
- g) Fisiologia da vegetação espontânea o mecanismo fotossintético C4 pode ter um valor adaptativo na colonização pela vegetação espontânea nos plantios, onde a temperatura e luminosidade são altas. Ao meio dia, quando a intensidade de luz e a temperatura atingem o pico, a vegetação espontânea C4 fixa dióxido de carbono a taxas muito altas do que culturas como a soja e o algodão.

8.2. ALELOPATIA

A competição nem sempre pode explicar a diminuição do crescimento de plantas num agroecossistema. Por vezes, ocorrem interações bioquímicas (alelopatia) entre as plantas. Alelopatia é qualquer efeito prejudicial, direto ou indireto, de uma planta sobre outra, através da produção de compostos químicos liberados no ambiente. Contraria-

mente à competição, a alelopatia ocorre pela adição de um fator tóxico ao ambiente.

A alelopatia é considerada um importante mecanismo pelo qual a vegetação espontânea afeta as culturas e vice-versa. Há fortes evidências de que certos cultivares de centeio, cevada, trigo, fumo e aveia liberam substâncias tóxicas no ambiente, tanto através de exsudatos radiculares quanto pela decomposição da planta. Os efeitos alelopáticos provocados pela cultura em desenvolvimento e aqueles provocados por seus resíduos, podem ser utilizados para reduzir populações de vegetação espontânea ao suprimir a germinação e a emergência dessas plantas ou afetar seu crescimento. (Tabela 8.1.)

Culturas	Plantas silvestres	
Mucuna, Feijão de porco e Crotalaria juncea	Tiririca	
Aveia preta e centeio	Capim papuā	
Mucunas preta e cinza	Picão preto, picão branco, capim carrapicho	
Azevém anual	Guanxuma	
Ervilhaca comum	Plantada antes do milho é eficiente no controle de capim papuă	
Crotalaria juncea	Diversas ervas	
Cravo de defunto	Corda de viola, Caruru, Leiteiro, Carrapicho belço de bol .	

Tabela 8.1. Efeito alelopático e/ou supressor de algumas culturas sobre certas plantas silvestres.

O emprego intencional da alelopatia pode tornar-se um método viável no controle da vegetação espontânea, uma vez que estas características ocorrem em variedades ou tipos silvestres de espécies cultivadas, podendo ser transferidas para os cultivares desejados. O controle da vegetação espontânea obtida desta maneira é barato, não poluente e não requer instruções ou parafernália de aplicação. Existem várias alternativas para explorar a alelopatia na agricultura.

- a) Sintetizar estas substâncias ou seus análogos para usar como herbicidas, através do isolamento e identificação dos produtos tóxicos naturais;
- b) Incorporar os mecanismos tóxicos nos cultivares, através de manipulação genética:
- c) Usar plantas de cobertura com características alelopáticas, cobertura morta e resíduos alelopáticos;
- d) Modificar o comportamento das sementes da vegetação espontânea, usando compostos vegetais para promover sua precoce germinação;

Estudos comparando os componentes competitivos e os alelopáticos dos processos de interferência entre plantas estabelecerão os níveis de tolerância das diferentes espécies de vegetação espontânea para cada tipo de cultura. O estudo dos mecanismos de interferência biótica entre os componentes ambientais, cultivados e não cultivados, especialmente através de interações alelopáticas, tornar-se-ão mais importantes à medida que as limitações econômicas e ecológicas das práticas modernas de controle de vegetação espontânea tornarem-se mais restritivas. A alelopatia oferece uma alternativa em potencial.

8.3. O PAPEL ECOLÓGICO DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA

A simplificação ambiental que caracteriza os sistemas de produção da agricultura moderna acelera os padrões de sucessão vegetal da agricultura, criando habitats especializados que favorecem a seleção de vegetação espontânea competitiva e oportunista. Embora a vegetação espontânea interfira na produção agrícola, ela é um componente biológico importante dos agroecossistemas e pode ser considerada útil.

As plantas espontâneas interagem ecologicamente com todos os outros subsistemas de um agroecossistema sendo valiosas para o controle da erosão, para a conservação da umidade do solo, para o acúmulo de matéria orgânica e nitrogênio no solo e para a preservação dos insetos benéficos e da fauna/flora nativa. Quase não se reconhece o substancial benefício que a cobertura do solo pelas plantas espontâneas provê ao controle da erosão.

Um estudo conduzido em plantações de milho, ficou comprovado que a cobertura do solo pela vegetação espontânea reduziu a perda do solo por erosão de 12,1 t ha-1, nas parcelas capinadas, para 4,5 t ha-1 nas parcelas não capinadas. A economia anual de aproximadamente 8 t ha-1 de solo deveria constituir um benefício grande o bastante para compensar as reduções de produção a longo prazo.

Talvez o papel ecológico da vegetação espontânea possa ser melhor visualizado, analisando-se as possíveis consequências da erradicação completa da flora espontânea dos agroecossistemas. Algumas delas incluem:

- a) A substituição de espécies espontâneas susceptíveis aos herbicidas por outras mais resistentes;
- b) A diminuição da produção total por unidade de área, devido à remoção de biomassa vegetal;
- c) A redução drástica dos recursos genéticos, uma vez que as espontâneas contribuem substancialmente para a heterogeneidade genética existente;
- d) O aumento do ataque de insetos e patógenos às plantas cultivadas, uma vez retiradas as hospedeiras preferenciais;
- e) A redução da população de certos insetos benéficos e de animais nativos que as utilizam como fonte alternativa de alimento, abrigo e local para reprodução;
 - f) O aumento dos problemas de erosão após a colheita das culturas;
- g) As perdas de nutrientes que seriam absorvidos e armazenados na biomassa das plantas espontâneas;

Uma análise objetiva dos problemas mencionados acima deveria dar ênfase ao manejo das plantas espontâneas, ao invés de seu controle e eliminação. A revisão do papel da vegetação espontânea como componente ecológico pode, de fato, levar ao desenvolvimento de diretrizes para o manejo do agroecossistema como um todo.

8.4. MANEJO DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA PARA CONTROLAR PRAGAS

Baseado em evidências, parece que ao se incentivar a presença de ervas específicas nas plantações, pode ser possível melhorar o controle biológico de certas pragas. Naturalmente, estratégias cuidadosas de manejo devem ser definidas para evitar a competição das ervas com a cultura e interferências com certas práticas culturais. Em outras palavras, é necessário definir o nível de dano econômico das populações de vegetação espontânea, assim como compreender os fatores que afetam o equilíbrio cultura/planta espontânea nos ecossistemas agrícolas.

O manejo de espontâneas envolve modificações no equilíbrio cultura/vegetação espontânea de maneira que a produtividade não seja economicamente reduzida. Isto pode ser feito através de práticas culturais seletivas ou pelo manejo das culturas, favore-

cendo os cultivos de cobertura do solo e não as espontâneas.

Pode-se chegar a um nível adequado de plantas espontâneas que possam sustentar populações de insetos benéficos, através da adoção de consórcios de culturas competitivas, permitindo o crescimento das ervas em fileiras alternadas, ou apenas nas bordas dos plantios, usando cultivos de cobertura, adotando menores espaçamentos entre fileiras, proporcionando períodos livres de vegetação espontânea (mantendo as culturas livres de plantas espontâneas durante o primeiro terço do ciclo de vida, da germinação à colheita), ou usando cobertura morta e regimes de cultivo.

No Estado da Georgia (EUA), as populações da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e do percevejo verde (*Nezara viridula*) foram maiores em soja livre de vegetação espontânea do que na soja que conviveu com plantas espontâneas por duas ou quatro semanas após a emergência, ou mesmo, por toda a estação.

Modificações na composição das espécies das comunidades de plantas espontâneas também são desejáveis para assegurar a presença de espécies vegetais que afetam a dinâmica dos insetos. As plantas espontâneas podem ser manejadas de várias maneiras, tais como alterando-se os níveis dos elementos químicos do solo; usando herbicidas que suprimam certas espécies, mas favoreçam outras, semeando-se algumas ervas desejáveis e variando a composição da vegetação espontânea por meio da mudança da época de preparo do solo.

8.5. O PAPEL DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA NA ECOLOGIA DOS INSETOS NATU-RAIS

Certas plantas espontâneas são componentes importantes dos agroecossistemas e podem afetar positivamente a biologia e a dinâmica dos insetos benéficos. As plantas espontâneas servem como fontes alternativas de presa/hospedeiro, pólen, néctar e fornecem microhabitats que não estão disponíveis em monoculturas livres de espontâneas. A entomofauna benéfica associada a muitas espécies de espontâneas tem sido tema de muitos estudos.

Nos últimos 20 anos, a pesquisa tem demonstrado que o aparecimento de certos tipos de pragas ocorrem com maior probabilidade em áreas livres de plantas espontâneas do que em sistemas de produção diversificados onde estas estão presentes.

Áreas com alta densidade de plantio da cultura e com uma densa cobertura de vegetação espontânea geralmente têm mais artrópodes predadores do que os cultivos livres de plantas espontâneas. Besouros do solo (Carabidea); sirfídeos (Syrphidae) e coccinelídeos (Coccinellidae) são abundantes nos sistemas com diversificação de espontâneas.

Alguns insetos entomófagos são atraídos por determinada vegetação espontânea, mesmo na ausência de sua presa, devido à liberação de substâncias químicas pelas plantas hospedeiras, ou por outras plantas associadas. Por exemplo, a mosca parasita *Eucelatoria* sp. prefere o quiabo ao algodão e a vespa *Peristenus pseudopallipes*, que ataca o percevejo, prefere o Erigeron a outras espécies de vegetação espontânea.

Plantas espontâneas em um sistema de produção podem reduzir a incidência de pragas ao induzir os insetos a saírem da cultura. Por exemplo, os besouros *Phyllotreta cruciferae* concentram sua alimentação mais na espontânea *Brassica campestres*, do que no repolho. Essa espécie de planta espontânea tem uma concentração de alisotiocianeto (substância química fortemente atrativa dos besouros adultos) significativamente mais alta do que o repolho, desviando a praga da cultura. Da mesma forma, a presença do tremoço (*Lupinus* sp.) florescendo nas plantações de milho também em floração, geralmente desvia o ataque do besouro *Macrodactylus* sp. das flores femininas do milho, para as flores do tremoço.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4a edição – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

ALTIERI, M. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. 3ª edição. Rio de Janeiro: AS-PTA/FASE, 2001.

ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, Rio Grande do Sul-RS. 2002. 592 p.

AMBROSANO, EDIMILSON. Agricultura Ecológica. São Paulo: Agroecológica, 2000. 398p.

ANAIS do Congresso Brasileiro de Horticultura Ecológica, Natural, Orgânica e Biodinâmica, 2002. CATI, Agricultura Orgânica & Agricultura Familiar, CATI – Campinas, SP, 2001, 169p.

CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose. Tradução de GUAZELLI, M. J. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. Fauna do solo: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica. Embrapa. 48p. 2000 (Documentos, 112).

DAROLT, M. R. Agricultura orgânica: inventando o futuro. IAPAR, Londrina. 2002. 250p. il:

FIGUEIREDO, M. do V. B.; BURITY, H. A.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. de R. e SILVA. Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. Guaíba: Agrolivros, 2008. 568 p.

GALETI, P. A. Conservação do solo. IAC, Cap.I. São Paulo, 1975. 279p. il.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3 ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre-RS. 2005. 653 p.

KATHOUNIAN, CARLOS A. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: Agroecológica, 2002.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Ed. Agroceres. 492p. il. 1985.

MEIRELLES, L. R.; RUPP, L C. Agricultura ecológica: princípios básicos. Centro Ecológico, 2005. 78 p. il.

PENTEADO, S. R. Adubação na agricultura ecológica: cálculo e recomendação numa abordagem simplificada. Campinas – SP. 2a edição, 2009, p. 170.

PENTEADO, S. R. Introdução à agricultura orgânica – normas e técnicas de cultivo. Campinas-SP. Editora Grafimagem, 2000, 110 p.

PENTEADO, S. R. Introdução à agricultura orgânica. Aprenda Fácil, Viçosa-MG, 2003. 235 p.: il. PENTEADO, SÍLVIO ROBERTO. Manejo da Água e Irrigação – Na Propriedade Ecológica. 2007 ed. Via Orgânica. 210p il.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropical. Nobel, São Paulo-SP. 2002. 549 p.

RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C. Organização da propriedade no sistema orgânico de produção. Embrapa-CNPH. 2008. (Circular Técnica 63).

REVISTA AGRICULTURAS – AS-PTA: Online: http://www.agriculturesnetwork.org/about-us/members/brazil

REVISTA AGROECOLOGIA Hoje (Coleção). Coleção (Números 1 a 15). Agroecológica (2000-2002).

SANTOS, J. G. R. dos; SANTOS, E. C. X. Agricultura orgânica: teoria e prática. Campina Grande: EDUEP, 2008. 230 p.: il.

SOUZA, J. L. de.; RESENDE, P. Manual de horticultura orgânica. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.:il.