

# FUNDAMENTOS DA AGRICULTURA

Prof.<sup>a</sup> Rachel Soares Ramos



2018



Copyright © UNIASSELVI 2018

*Elaboração:*

*Prof.<sup>a</sup> Rachel Soares Ramos*

*Revisão, Diagramação e Produção:*

*Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI*

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

R175f

Ramos, Soares Raquel

Fundamentos da agricultura / Rachel Soares Ramos. – Indaial:  
UNIASSELVI, 2018.

244 p.; il.

ISBN 978-85-515-0159-7

1. Agricultura – Brasil. I. Ramos, Soares Raquel  
II. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.

CDD 630.7

# APRESENTAÇÃO



Prezado acadêmico! Vamos dar início ao estudo dos Fundamentos da Agricultura. Sabendo que a atividade agrícola, com objetivo de alimentar a população pela produção de plantas e animais, é uma atividade antiga, temos que destacar que as primeiras civilizações se fixaram com o advento do cultivo da terra. Muito se tem aperfeiçoado desde então, com a agricultura espalhando-se por todo o mundo e o melhoramento de plantas e animais para resistirem aos mais diversos ambientes.

Os produtos sobrevividos da atividade agrícola apresentam grande diversidade, o que corrobora o avanço no conhecimento sobre os sistemas envolvidos na manutenção da vida na Terra. O que deve ser observado nesse quesito é a importância da conservação do solo, assunto da Unidade 1, pois não basta apenas produzir alimentos sem os devidos cuidados com a sustentabilidade dos recursos naturais.

O assunto central da Unidade 2 é fitotecnia, que destaca a importância da semente, que desde os primórdios da humanidade até os dias atuais é tida como solução para alimentar a crescente população mundial.

Fechando o estudo, a Unidade 3 se refere ao tratamento dos assuntos de fitossanidade, abordando também a engenharia rural, mecanização e armazenamento de sementes e grãos.

Esperamos que você aproveite o conteúdo aqui tratado e que busque outras fontes de pesquisa para aprimorar seu conhecimento.

Bons estudos!



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, *tablet* ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



Olá acadêmico! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, a Uniasselvi disponibiliza materiais que possuem o código *QR Code*, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de *QR Code*. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!



# BATE SOBRE O PAPO ENADE!



Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o **ENADE**?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades.



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

**EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES**

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE.



Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.



**Fique atento!** Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas.



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE!





# SUMÁRIO

|                                                                                                 |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>UNIDADE 1 – CIÊNCIA DO SOLO .....</b>                                                        | <b>1</b>      |
| <b>TÓPICO 1 – QUÍMICA DO SOLO.....</b>                                                          | <b>3</b>      |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                        | <b>3</b>      |
| <b>2 FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO .....</b>                                                      | <b>3</b>      |
| 2.1 MATERIAL DE ORIGEM DO SOLO .....                                                            | 5             |
| 2.2 FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO PASSIVOS, ATIVOS E CONTROLADORES.....                           | 7             |
| 2.3 PROCESSOS GERAIS DE FORMAÇÃO DE SOLOS.....                                                  | 8             |
| 2.4 PROCESSOS ESPECÍFICOS DE FORMAÇÃO DE SOLOS .....                                            | 8             |
| <b>3 NUTRIENTES NO SOLO.....</b>                                                                | <b>9</b>      |
| 3.1 MACRONUTRIENTES .....                                                                       | 10            |
| 3.2 MICRONUTRIENTES .....                                                                       | 11            |
| 3.3 SOLUÇÃO DO SOLO .....                                                                       | 12            |
| <b>4 COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DO SOLO .....</b>                                                  | <b>13</b>     |
| 4.1 COLOIDES DO SOLO.....                                                                       | 14            |
| 4.1.1 Propriedades dos coloides.....                                                            | 14            |
| 4.1.2 Argilas silicatadas.....                                                                  | 14            |
| <b>5 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO .....</b>                                                         | <b>15</b>     |
| 5.1 EFEITO DA MATÉRIA ORGÂNICA E DAS ARGILAS NO SOLO .....                                      | 16            |
| 5.2 CICLO DOS NUTRIENTES .....                                                                  | 17            |
| 5.2.1 Ciclo do nitrogênio .....                                                                 | 17            |
| 5.2.2 Ciclo do fósforo.....                                                                     | 18            |
| <b>6 DINÂMICA DOS NUTRIENTES NO SOLO.....</b>                                                   | <b>19</b>     |
| 6.1 CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC).....                                                    | 19            |
| <b>7 AMOSTRAGEM DO SOLO E ANÁLISES QUÍMICAS .....</b>                                           | <b>20</b>     |
| 7.1 RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA A AMOSTRAGEM DO SOLO .....                                      | 20            |
| <b>8 RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO .....</b>                                               | <b>22</b>     |
| 8.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ADUBOS.....                                                               | 23            |
| 8.2 CUIDADOS DURANTE O PREPARO.....                                                             | 25            |
| 8.3 OUTROS CUIDADOS NO PREPARO DOS ADUBOS .....                                                 | 25            |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 1.....</b>                                                                  | <b>27</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                                                      | <b>28</b>     |
| <br><b>TÓPICO 2 – FÍSICA DO SOLO .....</b>                                                      | <br><b>31</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                        | <b>31</b>     |
| <b>2 TEXTURA DO SOLO: CLASSIFICAÇÃO DAS PARTÍCULAS, SUPERFÍCIE ESPECÍFICA .....</b>             | <b>31</b>     |
| <b>3 ESTRUTURA: FORMAÇÃO DE AGREGADOS, CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA<br/>    ESTRUTURA .....</b> | <b>33</b>     |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO .....                                                    | 34            |
| 3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO DO SOLO .....                                                  | 35            |
| <b>4 CONSISTÊNCIA: FORÇAS DE COESÃO E ADESÃO, FRIABILIDADE E PLASTICIDADE.....</b>              | <b>36</b>     |
| <b>5 DENSIDADE DE PARTÍCULAS E DO SOLO E POROSIDADE .....</b>                                   | <b>37</b>     |
| 5.1 DENSIDADE DE PARTÍCULA.....                                                                 | 37            |
| 5.2 DENSIDADE DO SOLO .....                                                                     | 38            |

|                                                                          |               |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 5.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE NA PRÁTICA .....                           | 38            |
| 5.4 POROSIDADE .....                                                     | 39            |
| 5.4.1 Determinação da porosidade total (P) .....                         | 40            |
| 5.4.2 Considerações importantes sobre a porosidade .....                 | 40            |
| <b>6 ÁGUA E AR DO SOLO .....</b>                                         | <b>40</b>     |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 2 .....</b>                                          | <b>43</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                               | <b>44</b>     |
| <br><b>TÓPICO 3 – CONSERVAÇÃO DO SOLO .....</b>                          | <br><b>45</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                | <b>45</b>     |
| <b>2 EROSÃO .....</b>                                                    | <b>45</b>     |
| 2.1 A CHUVA .....                                                        | 46            |
| 2.2 A INFILTRAÇÃO .....                                                  | 47            |
| 2.3 A TOPOGRAFIA DO TERRENO .....                                        | 47            |
| 2.4 A COBERTURA DO SOLO .....                                            | 47            |
| <b>3 PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS .....</b>                                | <b>48</b>     |
| 3.1 PRÁTICAS DE CARÁTER VEGETATIVO .....                                 | 48            |
| 3.2 PRÁTICAS DE CARÁTER EDÁFICO .....                                    | 49            |
| 3.3 PRÁTICAS DE CARÁTER MECÂNICO .....                                   | 50            |
| <b>4 PLANEJAMENTO CONSERVACIONISTA: CAPACIDADE DE USO DO SOLO .....</b>  | <b>51</b>     |
| <b>5 DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO .....</b>                | <b>52</b>     |
| 5.1 CLASSES DE DECLIVIDADE .....                                         | 53            |
| 5.2 GRAUS DE LIMITAÇÃO DE APTIDÃO DE USO DAS TERRAS .....                | 54            |
| <b>6 SISTEMAS DE MANEJO .....</b>                                        | <b>55</b>     |
| <b>LEITURA COMPLEMENTAR .....</b>                                        | <b>57</b>     |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 3 .....</b>                                          | <b>63</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                               | <b>65</b>     |
| <br><b>UNIDADE 2 – FITOTECNIA E SUAS SUBÁREAS .....</b>                  | <br><b>67</b> |
| <br><b>TÓPICO 1 – AGROMETEOROLOGIA .....</b>                             | <br><b>69</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                | <b>69</b>     |
| <b>2 TEMPERATURA DO AR E DO SOLO .....</b>                               | <b>70</b>     |
| <b>3 EVAPORAÇÃO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO .....</b>                            | <b>71</b>     |
| <b>4 PRECIPITAÇÃO ATMOSFÉRICA E BALANÇO HÍDRICO .....</b>                | <b>72</b>     |
| <b>5 APLICAÇÕES DA METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA NA AGROPECUÁRIA .....</b> | <b>73</b>     |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 1 .....</b>                                          | <b>75</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                               | <b>77</b>     |
| <br><b>TÓPICO 2 – SEMENTES E GRÃO .....</b>                              | <br><b>79</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                | <b>79</b>     |
| <b>2 FORMAÇÃO, ESTRUTURAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES .....</b>    | <b>79</b>     |
| 2.1 FORMAÇÃO DAS SEMENTES .....                                          | 79            |
| 2.1.1 Formação do gametófito feminino .....                              | 80            |
| 2.1.2 A polinização e a fertilização .....                               | 81            |
| 2.1.3 O embrião .....                                                    | 81            |
| 2.1.4 O endosperma .....                                                 | 82            |
| 2.1.5 O tegumento .....                                                  | 82            |
| 2.2 APOXIMIA .....                                                       | 82            |
| 2.3 SUBSTÂNCIAS PRESENTES NO DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES .....          | 82            |
| 2.4 ESTRUTURAS DAS SEMENTES MADURAS .....                                | 84            |

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.4.1 A casca.....                                                          | 85         |
| 2.4.2 Os tecidos de reserva.....                                            | 85         |
| 2.4.3 O endosperma.....                                                     | 85         |
| 2.4.4 Os cotilédones.....                                                   | 86         |
| 2.4.5 O eixo embrionário.....                                               | 86         |
| 2.5 A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES.....                                  | 87         |
| <b>3 FISIOLOGIA DAS SEMENTES.....</b>                                       | <b>87</b>  |
| 3.1 MATURAÇÃO DAS SEMENTES.....                                             | 87         |
| 3.1.1 Tamanho da semente.....                                               | 87         |
| 3.1.2 Teor de água das sementes.....                                        | 88         |
| 3.1.3 Matéria seca das sementes.....                                        | 88         |
| 3.1.4 Germinação das sementes.....                                          | 89         |
| 3.1.5 Vigor das sementes.....                                               | 89         |
| 3.1.6 Deterioração das sementes.....                                        | 89         |
| 3.1.7 Dormência das sementes.....                                           | 89         |
| <b>4 PRODUÇÃO DE SEMENTES.....</b>                                          | <b>90</b>  |
| 4.1 PROGRAMA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES.....                                   | 90         |
| 4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SEMENTES.....                                         | 90         |
| 4.3 AS ENTIDADES ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO E FISCALIZAÇÃO..... | 91         |
| 4.3.1 Entidade produtora.....                                               | 91         |
| 4.3.2 Cooperantes.....                                                      | 91         |
| 4.4 PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO E FISCALIZAÇÃO.....                            | 91         |
| 4.5 CAMPOS PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES CERTIFICADAS/FISCALIZADAS.....         | 92         |
| 4.6 FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE SEMENTES.....                          | 93         |
| <b>5 SECAGEM E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES.....</b>                          | <b>94</b>  |
| 5.1 TEOR DE ÁGUA NA SEMENTE.....                                            | 95         |
| 5.2 EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO.....                                            | 95         |
| 5.3 MÉTODOS DE SECAGEM.....                                                 | 96         |
| <b>6 PATOLOGIA DE SEMENTE.....</b>                                          | <b>98</b>  |
| 6.1 QUALIDADE DAS SEMENTES.....                                             | 99         |
| 6.1.1 Problemas causados por bactérias.....                                 | 99         |
| 6.2 PROBLEMAS CAUSADOS POR FUNGOS.....                                      | 99         |
| 6.3 PROBLEMAS CAUSADOS POR FUNGOS DE ARMAZENAMENTO.....                     | 99         |
| 6.4 PROBLEMAS CAUSADOS POR VÍRUS E NEMATÓIDES.....                          | 100        |
| 6.5 MÉTODOS PARA DETECÇÃO DE MICRORGANISMOS EM SEMENTES.....                | 100        |
| 6.6 TRATAMENTO DE SEMENTES.....                                             | 101        |
| 6.6.1 Tipos de tratamento de sementes.....                                  | 101        |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 2.....</b>                                              | <b>103</b> |
| <b>AUTOATIVIDADE.....</b>                                                   | <b>105</b> |
| <b>TÓPICO 3 – HORTICULTURA.....</b>                                         | <b>107</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                    | <b>107</b> |
| <b>2 PRÁTICAS CULTURAIS.....</b>                                            | <b>107</b> |
| 2.1 PRÁTICAS CULTURAIS RELATIVAS AO SOLO.....                               | 108        |
| 2.2 PRÁTICAS RELACIONADAS ÀS PLANTAS.....                                   | 108        |
| <b>3 MANEJO DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS.....</b>                  | <b>109</b> |
| <b>4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....</b>                                           | <b>110</b> |
| <b>5 COLHEITA.....</b>                                                      | <b>112</b> |
| <b>6 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA.....</b>                                      | <b>113</b> |
| <b>7 COMERCIALIZAÇÃO.....</b>                                               | <b>114</b> |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 3.....</b>                                              | <b>116</b> |
| <b>AUTOATIVIDADE.....</b>                                                   | <b>117</b> |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| <b>TÓPICO 4 – FRUTICULTURA</b> .....                        | 119 |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                   | 119 |
| <b>2 PREPARO DO SOLO</b> .....                              | 120 |
| <b>3 PROPAGAÇÃO</b> .....                                   | 121 |
| <b>4 PRODUÇÃO DE MUDAS</b> .....                            | 121 |
| <b>5 PODA</b> .....                                         | 122 |
| 5.1 CONCEITOS BÁSICOS.....                                  | 122 |
| 5.2 TIPOS DE PODA .....                                     | 123 |
| 5.2.1 Poda de formação .....                                | 123 |
| 5.2.2 Poda de limpeza.....                                  | 123 |
| 5.2.3 Poda de frutificação.....                             | 124 |
| 5.3 ÉPOCA DA PODA.....                                      | 124 |
| 5.3.1 Poda de inverno ou poda seca .....                    | 124 |
| 5.3.2 Poda de verão ou poda verde .....                     | 125 |
| 5.4 INTENSIDADE DA PODA .....                               | 126 |
| <b>6 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS</b> ..... | 126 |
| 6.1 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS .....                        | 126 |
| 6.2 MANEJO DE PRAGAS .....                                  | 127 |
| 6.3 MANEJO DE DOENÇAS.....                                  | 128 |
| <b>7 IRRIGAÇÃO</b> .....                                    | 128 |
| <b>8 COLHEITA</b> .....                                     | 129 |
| <b>9 COMERCIALIZAÇÃO</b> .....                              | 130 |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 4</b> .....                             | 133 |
| <b>AUTOATIVIDADE</b> .....                                  | 135 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| <b>TÓPICO 5 – SILVICULTURA</b> .....   | 137 |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....              | 137 |
| <b>2 ECOSISTEMAS FLORESTAIS</b> .....  | 137 |
| <b>3 PRÁTICAS SILVICULTURAIS</b> ..... | 139 |
| 3.1 IMPLANTAÇÃO.....                   | 140 |
| 3.2 TRATOS CULTURAIS.....              | 142 |
| 3.3 EXPLORAÇÃO .....                   | 144 |
| 3.4 PRAGAS E DOENÇAS .....             | 146 |
| <b>4 FOMENTO FLORESTAL</b> .....       | 150 |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 5</b> .....        | 151 |
| <b>AUTOATIVIDADE</b> .....             | 153 |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| <b>TÓPICO 6 – ECOLOGIA</b> .....                        | 155 |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                               | 155 |
| <b>2 INTERAÇÃO ENTRE POPULAÇÕES</b> .....               | 158 |
| <b>3 ECOLOGIA DE COMUNIDADES E DE ECOSISTEMAS</b> ..... | 158 |
| <b>4 CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE</b> .....            | 159 |
| <b>5 ALTERAÇÕES CAUSADAS PELO HOMEM</b> .....           | 160 |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 6</b> .....                         | 161 |
| <b>AUTOATIVIDADE</b> .....                              | 163 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>UNIDADE 3 – FITOSSANIDADE, MECANIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E GRÃOS</b> ..... | 165 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| <b>TÓPICO 1 – ENTOMOLOGIA</b> ..... | 167 |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....           | 167 |
| <b>2 CONCEITO DE PRAGAS</b> .....   | 167 |

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.1 TIPOS DE PRAGAS.....                                                   | 168        |
| 2.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRAGAS.....                                          | 168        |
| 2.2.1 Pragas de solo.....                                                  | 168        |
| 2.2.2 Pragas de plântulas .....                                            | 169        |
| 2.2.3 Broqueadores de caule.....                                           | 169        |
| 2.2.4 Desfolhadores.....                                                   | 170        |
| 2.2.5 Minadores de folhas .....                                            | 170        |
| 2.2.6 Sugadores de seiva .....                                             | 170        |
| 2.2.7 Broqueadores de frutos.....                                          | 171        |
| <b>3 AMOSTRAGEM .....</b>                                                  | <b>171</b> |
| 3.1 TOMADA DE DECISÃO .....                                                | 172        |
| <b>4 MÉTODOS DE CONTROLE .....</b>                                         | <b>172</b> |
| 4.1 CONTROLE CULTURAL .....                                                | 173        |
| 4.2 RESISTÊNCIA DE PLANTAS .....                                           | 173        |
| 4.3 CONTROLE BIOLÓGICO .....                                               | 173        |
| 4.4 CONTROLE QUÍMICO .....                                                 | 174        |
| 4.5 CONTROLE COMPORTAMENTAL .....                                          | 175        |
| <b>5 RECEITUÁRIO AGRONÔMICO.....</b>                                       | <b>175</b> |
| 5.1 DADOS TÉCNICOS .....                                                   | 177        |
| 5.2 PRESCRIÇÃO TÉCNICA.....                                                | 177        |
| 5.3 PRESCRIÇÃO DE CONTROLE.....                                            | 178        |
| 5.3.1 Descarte das embalagens vazias.....                                  | 179        |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 1.....</b>                                             | <b>181</b> |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                                 | <b>183</b> |
| <b>TÓPICO 2 – FITOPATOLOGIA.....</b>                                       | <b>185</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                  | <b>185</b> |
| <b>2 FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DAS DOENÇAS DE PLANTAS .....</b> | <b>185</b> |
| <b>3 FUNGOS FITOPATOGÊNICOS.....</b>                                       | <b>186</b> |
| 3.1 MÍLDIOS PULVERULENTOS OU ÓDIOS .....                                   | 186        |
| 3.2 MÍLDIOS .....                                                          | 187        |
| 3.3 MANCHAS FOLIARES .....                                                 | 187        |
| 3.4 ANTRACNOSES.....                                                       | 188        |
| 3.5 FERRUGENS .....                                                        | 189        |
| 3.6 CARVÕES .....                                                          | 190        |
| <b>4 BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS .....</b>                                   | <b>191</b> |
| 4.1 SINTOMAS .....                                                         | 191        |
| 4.1.1 Manchas e queimas .....                                              | 191        |
| 4.1.2 Cancros.....                                                         | 191        |
| 4.1.3 Murchas vasculares .....                                             | 192        |
| 4.1.4 Podridões-mole .....                                                 | 192        |
| 4.1.5 Proliferação e tumores .....                                         | 192        |
| 4.1.6 Sarna .....                                                          | 192        |
| <b>5 NEMATÓIDES FITOPATOGÊNICOS .....</b>                                  | <b>192</b> |
| 5.1 BIOLOGIA .....                                                         | 193        |
| 5.2 NEMATOIDE DAS GALHAS ( <i>Meloidogyne</i> spp.) .....                  | 194        |
| 5.3 MANEJO DE NEMATÓIDES.....                                              | 195        |
| 5.3.1 Métodos fitossanitários .....                                        | 196        |
| 5.3.2 Métodos culturais .....                                              | 196        |
| 5.3.3 Métodos físicos.....                                                 | 197        |
| 5.3.4 Métodos químicos.....                                                | 198        |
| 5.3.5 Métodos biológicos.....                                              | 198        |

|                                                                                      |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>6 VIROSES DE PLANTAS .....</b>                                                    | <b>199</b>     |
| 6.1 SINTOMATOLOGIA DAS VIROSES.....                                                  | 199            |
| 6.2 MOVIMENTO DOS VÍRUS NA PLANTA.....                                               | 199            |
| 6.3 TRANSMISSÃO DOS VÍRUS.....                                                       | 200            |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 2.....</b>                                                       | <b>202</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                                           | <b>204</b>     |
| <br><b>TÓPICO 3 – PLANTAS DANINHAS.....</b>                                          | <br><b>205</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                            | <b>205</b>     |
| <b>2 CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS.....</b>                                     | <b>205</b>     |
| <b>3 BIOLOGIA DAS PLANTAS DANINHAS.....</b>                                          | <b>207</b>     |
| <b>4 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS DANINHAS E CULTURAS .....</b> | <b>208</b>     |
| 4.1 INTERFERÊNCIA DIRETA E INDIRETA.....                                             | 209            |
| 4.2 AGENTES DE INTERFERÊNCIA .....                                                   | 209            |
| <b>5 MÉTODOS DE CONTROLE .....</b>                                                   | <b>209</b>     |
| <b>6 HERBICIDAS .....</b>                                                            | <b>211</b>     |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 3.....</b>                                                       | <b>213</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                                           | <b>214</b>     |
| <br><b>TÓPICO 4 – MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA .....</b>                                     | <br><b>215</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                            | <b>215</b>     |
| <b>2 CLASSIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS.....</b>                                   | <b>215</b>     |
| <b>3 CONSTITUIÇÃO DOS TRATORES AGRÍCOLAS.....</b>                                    | <b>217</b>     |
| <b>4 CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA .....</b>         | <b>219</b>     |
| <b>5 APROVEITAMENTO DE POTÊNCIA DOS TRATORES.....</b>                                | <b>219</b>     |
| <b>6 MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS.....</b>                                       | <b>220</b>     |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 4.....</b>                                                       | <b>223</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                                           | <b>225</b>     |
| <br><b>TÓPICO 5 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E GRÃOS.....</b>                         | <br><b>227</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                            | <b>227</b>     |
| <b>2 CONDIÇÕES DO AMBIENTE PARA O ARMAZENAMENTO.....</b>                             | <b>227</b>     |
| 2.1 UMIDADE .....                                                                    | 228            |
| 2.2 TEMPERATURA .....                                                                | 228            |
| 2.3 AÇÃO DE FUNGOS DE ARMAZENAMENTO .....                                            | 228            |
| 2.4 AÇÃO DOS INSETOS NO ARMAZENAMENTO .....                                          | 229            |
| <b>3 FATORES QUE AFETAM A CONSERVAÇÃO.....</b>                                       | <b>229</b>     |
| 3.1 QUALIDADE DA SEMENTE OU GRÃO .....                                               | 229            |
| 3.1.1 Vigor dos pais.....                                                            | 229            |
| <b>4 CARACTERÍSTICAS DO ARMAZÉM .....</b>                                            | <b>230</b>     |
| <b>5 EMBALAGENS .....</b>                                                            | <b>230</b>     |
| <b>RESUMO DO TÓPICO 5.....</b>                                                       | <b>232</b>     |
| <b>AUTOATIVIDADE .....</b>                                                           | <b>233</b>     |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                             | <b>235</b>     |

## CIÊNCIA DO SOLO

### OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

**A partir do estudo desta unidade você deverá ser capaz de:**

- conhecer os nutrientes no solo e sua dinâmica;
- entender os conceitos de matéria orgânica do solo;
- conhecer os conceitos de amostragem do solo para análises químicas;
- ter noção das recomendações de calagem e adubação.

### PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade, você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – QUÍMICA DO SOLO

TÓPICO 2 – FÍSICA DO SOLO

TÓPICO 3 – CONSERVAÇÃO DO SOLO





## 1 INTRODUÇÃO

O solo é definido como um recurso que suporta a cobertura vegetal. A composição química dos solos é função dos materiais de origem, ou seja, rochas, sedimentos e a matéria orgânica. Outros fatores estão envolvidos na formação do solo, entre eles o intemperismo, o tempo, o clima, as atividades biológicas e o relevo. Estas características definem a proporção de cargas disponíveis para as plantas.

A composição química dos solos é função dos materiais de origem, ou seja, rochas, sedimentos e a matéria orgânica. As diferentes rochas dão origem a diferentes classes de solos, pois são responsáveis diretas pela constituição mineral e granulométrica do solo. A presença de matéria orgânica nos solos sempre é vista com bons olhos, principalmente quando o solo é direcionado aos cultivos agrícolas, pois esse material é muito rico em nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas. A matéria orgânica é geralmente originada pela decomposição de restos vegetais e animais, sendo os minerais depositados no solo, todavia a matéria orgânica não é só benéfica ao solo no que diz respeito à nutrição, mas também é muito importante na manutenção de aeração e estrutura do solo.

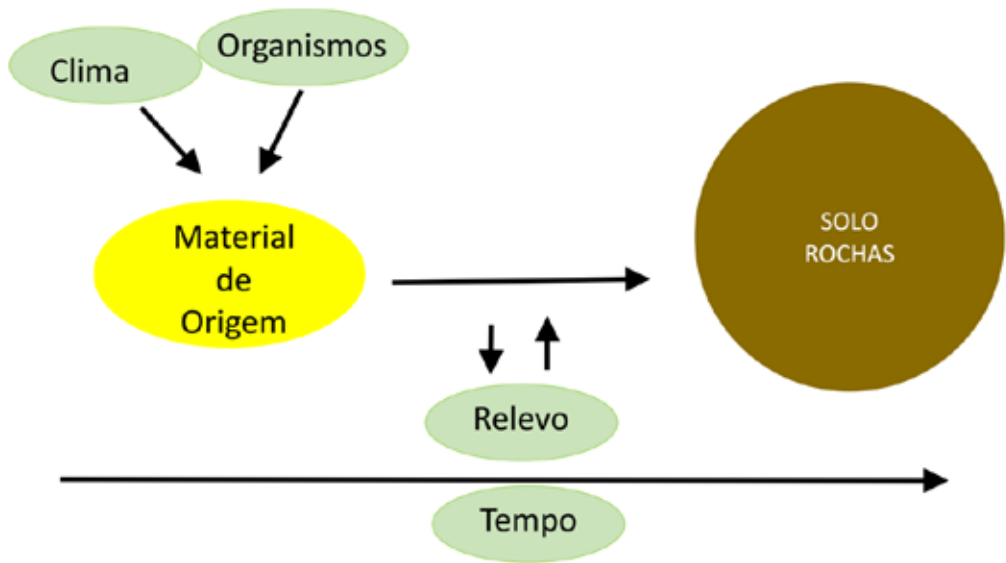
Outros fatores estão envolvidos na formação do solo, entre eles o intemperismo, o tempo, o clima, as atividades biológicas e o relevo. Podemos dizer que o solo que não sofreu a ações desses critérios de formação é um solo juvenil, que alcança a maturidade quando as ações de formação se tornam equilibradas. Estas características definem a proporção de cargas disponíveis para as plantas.

## 2 FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO

O solo é um corpo natural, onde interage a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera com a litosfera (Figura 1). A constituição do solo é devido a diversos fatores, entre eles, o tempo (T), a matéria orgânica (MO), o clima (C), os organismos (O) que atuam no solo e o relevo (R) (Figura 2).

$$\text{Solo} = f(T, MO, C, O, R).$$

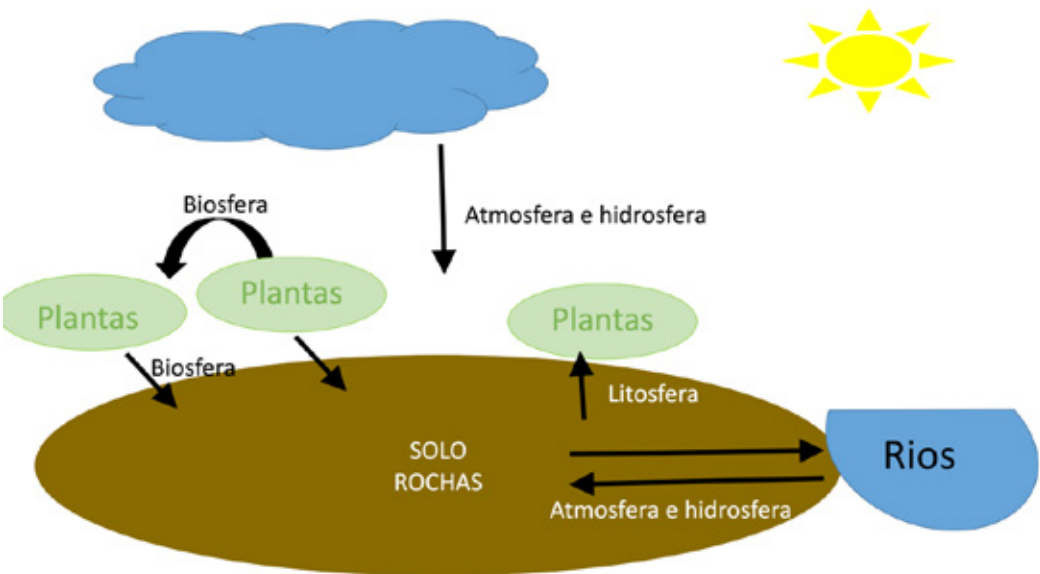
FIGURA 1 – FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO



FONTE: Adaptado de Filho e Francelino (2005)

As rochas são os depositários dos minerais, indispensáveis à nutrição das plantas. Elas estão sob a ação de processos químicos, físicos e biológicos, que darão origem ao solo. O intemperismo causa a desagregação física e a decomposição química dos minerais primários das rochas e ocorre a transformação em minerais secundários.

FIGURA 2 – INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO ENTRE ATMOSFERA, HIDROSFERA E BIOSFERA COM A LITOSFERA NA FORMAÇÃO DO SOLO



FONTE: Adaptado de Filho e Francelino (2005)

## 2.1 MATERIAL DE ORIGEM DO SOLO

O material de origem são as rochas formadas a partir de diversos processos. Existem três tipos de rochas, denominadas de acordo com sua origem, elas são: rochas ígneas, rochas sedimentares e rochas metamórficas.

- **Rochas ígneas:** estas rochas originaram-se do resfriamento e da solidificação de massa de rochas fundidas, o magma, no interior da crosta terrestre. Exemplo de rocha ígnea: basalto.

As rochas ígneas são classificadas em rochas intrusivas e extrusivas.

- Rochas intrusivas: são as massas pétreas que resultam da solidificação dos magmas, sem que estes consigam, em seu movimento ascendente, atingir a superfície da crosta terrestre.
- Rochas extrusivas ou vulcânicas: neste caso, o material consolida-se depois de alcançar a superfície da crosta sob a forma de erupção.

As rochas extrusivas são classificadas de acordo com a proporção de minerais silicatados presentes na sua estrutura. Elas podem ser rochas básicas ou ácidas.

- Rochas básicas: mais ricas em minerais máficos, como olivina, piroxênios, biotita.
- Rochas ácidas: são mais claras e ricas em minerais félsicos, como  $\text{SiO}_2$  quartzo, feldspato, muscovita.

À medida que o magma se resfria, cristalizam-se os diversos minerais, obedecendo a sequências determinadas pela temperatura e composição do magma (séries de reação de Bowen). Esta cristalização pode ser uma série descontinuada ou uma série continuada.

- Série descontínua: à medida que a temperatura diminui, os minerais anteriormente formados reagem com o líquido residual, originando um mineral, estável, nas novas condições de temperatura, mas com composição química e estrutura interna diferentes. Por exemplo: minerais ferromagnesianos.
- Série contínua: a troca do cálcio e do sódio modifica apenas a composição química, não altera a estrutura interna desses minerais.

Os minerais que se cristalizam em temperaturas mais altas advêm de magmas menos viscosos e mais pobres em  $\text{SiO}_2$ . Estes formam silicatos com menor grau de polimerização. Os que se cristalizam em temperaturas mais baixas são mais ricos em silício e com maior grau de polimerização desse elemento.

As rochas ígneas podem ser classificadas em função da sua coloração em rochas leucocráticas, rochas mesocráticas ou rochas melanocráticas.

- Rochas leucocráticas: rochas claras, apresentam maior proporção de minerais félsicos. Por exemplo: granito.
- Rochas mesocráticas: rochas de coloração mediana. Por exemplo: sienito.
- Rochas melanocráticas: coloração escura, são mais ricas em minerais máficos. Por exemplo: basalto, diabásio.

A textura das rochas ígneas está diretamente relacionada à profundidade de resfriamento e consolidação da massa magmática, que pode ocorrer em profundidade maior, intermediária ou na superfície da crosta terrestre. Rochas formadas em profundidade (intrusiva) tem mais tempo para o desenvolvimento dos minerais e sua textura é grosseira. A rocha extrusiva tem textura mais fina.

- **Rochas sedimentares:** formadas pela deposição e consolidação de sedimentos provenientes da destruição de rochas pré-existentes na superfície da crosta terrestre. Ocorre a formação de sedimentos e a deposição lenta desses compostos. A deposição é em camadas. As rochas sedimentares podem ser classificadas em rochas clásticas, químicas e orgânicas, de acordo com a textura.
- **Rochas clásticas:** apresentam-se na forma de minerais primários resistentes ao intemperismo, herdados da rocha de origem e na forma de novos minerais secundários, formados de minerais primários. Eles são formados em reação de baixas temperaturas na superfície terrestre continental, em lagos e oceanos, por ação do intemperismo. São constituintes da maioria das rochas sedimentares e componentes essenciais nos solos.
- **Rochas químicas:** são constituídas de sedimentos solúveis. Apresentam-se na forma de solutos, dissolvidos pelas reações do intemperismo e transportados pela água, com destino aos rios, lagos e mares.
- **Rochas orgânicas:** são formadas pela deposição e consolidação de sedimentos orgânicos de origens diversas. Animais e vegetais absorvem carbonato de cálcio e os utilizam para formação de seus corpos; e após a morte se acumulam nos mares.
- **Rochas metamórficas:** as rochas metamórficas resultam da transformação de uma rocha preexistente. O processo de transformação ocorre no estado sólido. O ponto de fusão dos seus minerais não é atingido. É caracterizada pela estrutura de esfoliação. O metamorfismo pode levar a rocha a sofrer alterações físicas e/ou químicas. Uma característica importante das rochas metamórficas é a sua estrutura. Por serem comuns as ocorrências de pressões orientadas ou dirigidas, existe tendência de que a rocha metamórfica tenha uma orientação preferencial de seus minerais, produzindo foliações diversas. Rochas nas quais a foliação é função dos minerais em forma de placa (micas, cloritas) ou prismáticas (anfíbios) desenvolvem a estrutura xistosa. Quando existe uma segregação entre os minerais claros e escuros, desenvolvem a estrutura gnáissica.

## 2.2 FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO PASSIVOS, ATIVOS E CONTROLADORES

Os fatores de formação do solo são classificados em fator passivo, ativos e controladores, de acordo com o grau de ação que exercem sobre a rocha.

- Fator passivo: material de origem.
- Fatores ativos: clima e organismos.
- Fatores controladores: relevo e tempo.
- Fator passivo: é o material de origem. Este sofre a ação dos fatores ativos (clima e organismos). As características do solo podem variar de acordo com o material que lhe deu origem, no entanto, devido à interação com os fatores de formação pode ocorrer solos semelhantes formados a partir de material de origem diferentes, principalmente se comparados solos com avançado grau de intemperização. Por exemplo, um gnaisse e um granito podem dar origem a um mesmo latossolo. Um granito pode dar origem a solos muito diferentes, dependendo das condições de relevo e clima.
- Fatores ativos: atribuem o provimento de energia e compostos químicos capazes de alimentar os processos de formação de solo (adição, perda, transformação e translocação).
  - Clima: o calor e a umidade são os principais agentes. Locais que recebem maior quantidade de radiação, como a faixa intertropical da terra, tem maior intemperismo. Para que aconteça o intemperismo, é necessário que ocorram as reações químicas, e a água é o agente envolvido diretamente no sistema. A água é o solvente e favorece os seres vivos que contribuem para acelerar o intemperismo. A água também exerce o papel de remoção dos produtos solúveis do intemperismo, no fenômeno de lixiviação e de partículas sólidas, pela erosão.
  - Organismos: vegetais, animais, bactérias, fungos e líquens exercem ações dinâmicas nos processos de formação dos solos. Estes organismos exercem ações físicas e químicas no material de origem, e atuam também no solo. Os organismos também atuam transformando e conservando os solos.
- Ação conservadora: interceptação de chuvas pela parte aérea, sombreamento da superfície (reduz amplitude térmica), retenção de solo pelas raízes.
- Ação transformadora: intemperismo físico e químico, mobilização de sólidos (minerais e orgânicos) por animais, reciclagem de nutrientes e incorporação da matéria orgânica.
- Fatores controladores: são os fatores que controlam a ação dos outros fatores.
  - Relevo: é o controlador do fluxo vertical de solutos e colóides e do fluxo lateral de partículas sólidas pela erosão. O intemperismo se acentua à medida que mais água se infiltra pelo perfil do solo, levando os produtos mais solúveis do intemperismo. Entretanto, se as partículas sólidas da superfície forem arrastadas pelo escoamento lateral (erosão) o equilíbrio deslocará no sentido de perda de solo, ou seja, com menor espessura e mais próximo do material de origem. As situações de relevo associadas a outros fatores de formação do solo podem propiciar condições favoráveis à formação de solos, como por exemplo, relevo plano, clima tropical e boa drenagem e solo profundo,

velho, intemperizado e lixiviado. Em contrapartida, relevo acidentado, que apresenta erosão pronunciada e solo raso. Também se caracteriza o relevo plano, abaciado, com má drenagem, que ocorre em solos com acúmulo de sais (clima seco) ou solos hidromórficos (clima úmido).

- Tempo: infere quanto à maturidade de um solo. Num solo jovem a taxa de erosão é maior que a taxa de pedogênese (relevo acidentado) ou pedogênese fraca (relevo plano, clima frio ou seco), garantindo um solo pouco espesso, podendo ter minerais ainda intemperizáveis. Um solo é considerado velho quando é espesso, profundo, empobrecido quimicamente, com acúmulo de óxidos e com minerais intemperizados.

## 2.3 PROCESSOS GERAIS DE FORMAÇÃO DE SOLOS

Os processos gerais de formação do solo são classificados em adição, perdas, translocação e transformação.

- Adição: é qualquer ação externa que entra no corpo do solo. A matéria orgânica, a poeira e as cinzas vindas pelo vento, sólidos trazidos e depositados por enchentes, gases que entram por difusão nos poros do solo ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ), adubos, corretivos, agrotóxicos, adição de solutos pela chuva, adição coluvionar (depósitos de solo nos sopés das encostas).
- Perdas: podem ocorrer perdas na superfície do solo, por exemplo, na exportação de nutrientes pelas colheitas (K, P); perdas devido às queimadas, perdas por erosão hídrica ou eólica; perdas em profundidade, devido à lixiviação de solutos com saída pelo lençol freático; perdas laterais de soluções com íons reduzidos (Fe, Mn) que se oxidam em quebras de relevo.
- Translocação: neste processo ocorre o movimento de materiais dentro do corpo do solo. O movimento das argilas de um horizonte para outro no perfil do solo, o preenchimento de canais deixados por raízes decompostas, cupins, formigas, minhocas; o movimento devido à atividade agrícola; o preenchimento de espaços vazios provocados por processos de contração dos solos, como o que acontece nos vertissolos.
- Transformação: a transformação pode ser física, pois ocorre a quebra de minerais e rochas; devido ao umedecimento e secagem com quebra de agregados; pode ocorrer também a ação de compressão feita por raízes. E existe a transformação química, onde acontecem os processos de oxidação, redução, dissolução e hidrólise e a síntese de minerais da fração argila.

## 2.4 PROCESSOS ESPECÍFICOS DE FORMAÇÃO DE SOLOS

São processos específicos de formação de alguns tipos de solo, em que atuam um ou mais dos processos de adição, perda, translocação ou transformação.

- **Latolização:** processo específico de formação dos latossolos. Sobressaem os processos de perda e transformação. A translocação e adição ocorrem em menor grau. Os fatores ativos da formação do solo (clima e organismos) apresentam ação mais intensa em período mais longo, em relevo que propicia a perda de sais solúveis e a transformação acentuada de minerais em busca de uma condição de equilíbrio, o que resulta em acúmulo de minerais mais estáveis, como os silicatos 1:1 (caulinita) e os óxidos de ferro e alumínio. Nesses casos, o solo vai se tornando mais ácido. A acidez leva à floculação e à formação de agregados pequenos e de forma granular e que são cimentados por óxidos de Fe e Al. Esta estrutura permite que os latossolos apresentem alta permeabilidade e arejamento. Os latossolos ocupam extensos chapadões planos, onde a água, em abundância, infiltrou-se profundamente, causando intensa lixiviação e intemperismo. Esses solos têm alto grau de maturidade e as evidências do material de origem são difusas, pois ocorre uma mistura de substratos de diferentes origens.
- **Podzolização:** processo caracterizado pela translocação de argilas e de compostos organominerais dentro do perfil do solo. Os processos de adição, transformação e perda também ocorrem.
- **Salinização:** processo de formação de sais no perfil. Ocorre a adição de sais pelo lençol freático ou pela erosão das elevações vizinhas. Estão associadas as planícies ou depressões onde a drenagem é deficiente e a precipitação pluviométrica é menor que a evapotranspiração. Solos alcalinos são mais saturado com Ca e Mg do que Na. Os solos salinos contêm mais Na e menos Ca e Mg. Solos solodizados contêm maior teor de sódio do que  $H^+$  a saturar as cargas de argila.
- **Hidromorfismo:** são solos com algum horizonte sujeito à submersão constante. Os processos de transformação, pela redução e adição de matéria orgânica, são os mais pronunciados. Solos hidromórficos são solos orgânicos, glei, planossolos e plintossol. A menor quantidade de oxigênio no solo, promovida pelo excesso de água, permite a proliferação de organismos anaeróbicos, que reduzem o  $Fe^{3+}$  da solução ( $(Fe(OH)^3 \rightarrow Fe^{3+} + 3 OH^-)$ ) utilizando como receptor de elétrons compostos carbonados. A cor acinzentada e esbranquiçada é devido ao processo de redução. Os solos aluviais não são considerados hidromórficos, pois apresentam melhor drenagem ao longo do perfil, apresentando horizonte A sobre uma camada de sedimentos que não apresentam relação pedogenética entre si.

### 3 NUTRIENTES NO SOLO

Os nutrientes são essenciais para o pleno desenvolvimento da planta. Entre os nutrientes, 16 elementos químicos devem ser disponibilizados às plantas. Dependendo da quantidade requerida, os nutrientes são classificados em macro e micronutrientes. Deve-se enfatizar que esta classificação não é adequada, pois todos os nutrientes são importantes, visto que a falta de algum acarretará distúrbios metabólicos na planta e perda de produção. No entanto, a classificação é interessante do ponto de vista didático, portanto, vamos utilizá-las aqui neste livro.

Entre os macronutrientes destacam-se o nitrogênio, fósforo e potássio, magnésio, cálcio, enxofre. E os micronutrientes: ferro, cobre, manganês, zinco, cloro, molibdênio. Existem ainda os elementos traços, como o cloro, selênio, silício.

### 3.1 MACRONUTRIENTES

É de extrema importância para cultivos agrícolas que o solo possua capacidade de fornecer as plantas cultivadas o que estas necessitam para se desenvolver da melhor forma possível, por isso dois fatores são muito importantes, que são as propriedades físicas e as propriedades nutricionais dos solos.

As propriedades nutricionais ou a fertilidade do solo deve ser vista previamente para que seja possível o cultivo das plantas, pois se o solo não possuir uma boa fertilidade é necessário que seja estabelecida.

Um ponto muito importante na fertilidade do solo é a presença dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. Alguns nutrientes são demandados em maior quantidade, por estarem relacionados a um maior número de funções dentro das plantas. Esses nutrientes requeridos em quantidades superiores são denominados de macronutrientes.

São considerados macronutrientes o nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o enxofre (S) e o ferro (Fe). Esses nutrientes são essenciais em diferentes processos dentro das plantas, que serão detalhados a seguir.

- **Nitrogênio (N):** o nitrogênio é exigido pelas plantas em grande quantidade. As plantas absorvem o nitrogênio na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), no entanto, a maioria das plantas absorvem o N na forma de nitrato. Este nutriente é componente essencial dos aminoácidos e proteínas. A quantidade de nitrogênio disponível no solo é pequena. A maior parte provém da atmosfera, por meio de descargas elétricas e fixação simbiótica de bactérias do solo.
- **Fósforo (P):** o fósforo é constituinte dos ácidos nucleicos, DNA e RNA. Este nutriente forma uma ligação nos fosfolipídios das membranas. Provém de fontes de apatita e é absorvido pelas plantas na forma de ortofosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_5$ ).
- **Potássio (K):** é o segundo nutriente mais exigido pelas plantas. É o cátion mais abundante no citoplasma e é importante no potencial osmótico das células e tecidos de plantas.
- **Cálcio (Ca):** o cálcio é um importante componente estrutural das macromoléculas. É considerado um elemento pouco móvel na planta, por isso, os sintomas de deficiência aparecem em órgãos e partes mais jovens, como meristemas, gemas e pontas de raízes.
- **Magnésio (Mg):** o magnésio é a molécula central da clorofila, portanto, está diretamente ligado à fotossíntese. Este elemento é absorvido da solução do solo na forma de  $\text{Mg}^{2+}$ .

- **Enxofre (S):** a absorção de enxofre no solo pode ser na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), no caso de condições aeróbicas. Este nutriente é constituinte dos aminoácidos cisteína e metionina. Também faz parte de coenzimas e proteínas.
- **Ferro (Fe):** o ferro é absorvido nas formas  $\text{Fe}^{2+}$  ou  $\text{Fe}^{3+}$ . Nos sistemas aeróbicos o ferro encontra-se na forma de  $\text{Fe}^{3+}$ . Entretanto, o ferro é absorvido pelas plantas na forma de  $\text{Fe}^{2+}$ . Devido a sua capacidade redox, o ferro é importante nos processos de oxirredução no metabolismo da planta.

## 3.2 MICRONUTRIENTES

Como visto anteriormente, as plantas demandam nutrientes para se desenvolverem, pois estes são utilizados em todos os processos metabólicos e estruturais delas.

Foi elucidado também que alguns nutrientes são requeridos em maiores quantidades por estarem diretamente ligados a um maior número de funções, entretanto para o bom desenvolvimento das plantas outros nutrientes também são importantes. Estes nutrientes são requeridos em menores quantidades pelas plantas, mas também são essenciais para a manutenção do estado sadio destas.

Podemos denominar esses nutrientes, requeridos em menores quantidades, como micronutrientes. As doses que as plantas necessitam para a sua sobrevivência são bem menores do que as doses de macronutrientes, todavia quando estes estão ausentes pode haver um grande desequilíbrio em funções básicas no metabolismo e estrutura das plantas, que podem ser afetadas, deixando-as mais vulneráveis a diversas ações de pragas e doenças.

Entre os micronutrientes encontra-se o manganês (Mn), Boro (B), o cobre (Cu), o zinco (Zn), o molibdênio (Mo) e o cloro (Cl), as suas respectivas funções são denominadas a seguir.

- **Manganês (Mn):** o manganês é absorvido pelas raízes na forma  $\text{Mn}^{2+}$ . Este elemento é requerido para a biossíntese de lignina, e além disso, o manganês ativa a polimerase do RNA e a síntese de proteínas.
- **Boro (B):** é a matéria orgânica que fornece o boro ao solo. Solos muito intemperizados, como das áreas tropicais, são deficientes em boro. É encontrado na solução do solo na forma de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). As principais funções do boro são: forma complexos com estruturas orgânicas, facilita a síntese e o transporte de carboidratos através da membrana, contribui com o metabolismo de ácidos nucleicos e síntese de proteínas, síntese da parede celular, síntese de AIA e crescimento das plantas, ajuda na germinação do pólen e crescimento do tubo polínico, glicólise e síntese de materiais para a parede celular e ajuda na permeabilidade e estrutura das membranas.
- **Cobre (Cu):** o cobre é encontrado no solo na forma  $\text{Cu}^{2+}$ , sendo esta a forma absorvida pelas plantas. Possui grande capacidade de ligar-se à matéria orgânica do solo, principalmente aos ácidos húmicos e aos ácidos fúlvicos. No

interior das plantas, o cobre é constituinte das moléculas de proteínas, também atua no metabolismo de carboidratos, na nodulação e fixação de nitrogênio, além de atuar na lignificação das paredes celulares. A deficiência de cobre retarda o desenvolvimento dos grãos, sementes e frutos e causa formação de pólenes não viáveis.

- **Zinco (Zn):** encontra-se adsorvido na matéria orgânica do solo e argilas. O aumento do pH do solo e a prática da calagem reduzem a disponibilidade deste nutriente no solo. A principal função do zinco é estrutural, formando complexos com o N e em reações enzimáticas.
- **Molibdênio (Mo):** na solução do solo o molibdênio ocorre como molibdato ( $\text{MoO}_4^-$  e  $\text{HMoO}_4^-$ ). A calagem e o aumento do pH ampliam a disponibilidade deste micronutriente no solo. As principais funções do molibdênio são: constituinte enzimático de diversas enzimas, como nitrogenase, redutase do nitrato, xantina oxidase/desidrogenase e redutase do sulfito.
- **Cloro (Cl):** ocorre como ânion  $\text{Cl}^-$  na solução do solo. É requerido em baixas concentrações pelas plantas, dessa forma, pode acontecer toxicidade do elemento nas plantas. Pode ser absorvido via sistema radicular ou via foliar. O cloro está envolvido na regulação estomática, nas atividades da fotossíntese e nas atividades de regulação do pH celular.

### 3.3 SOLUÇÃO DO SOLO

O solo é constituído por um sistema trifásico: cerca de 25% é ocupado pela fase líquida, 25% pela fase gasosa e 50% pela fase sólida.

- **Fase líquida:** é representada pela solução do solo. Contém diversos nutrientes essenciais para as plantas. Uma constante troca de nutrientes ocorre entre os sólidos e a solução do solo e entre os solutos do solo e as plantas. Muitas propriedades do solo dependem da umidade do solo, o que determina também o conteúdo de ar e a respiração das raízes e as reações de redução e oxidação que ocorrem no solo.
- **Fase gasosa:** preenche o espaço poroso não ocupado pela fase líquida. A composição do ar do solo é influenciada pela textura, profundidade, conteúdo de água e estado de agregação do solo. Um solo bem arejado é fundamental para o bom desenvolvimento das raízes e para os componentes orgânicos existentes no solo, pois necessitam de oxigênio para seus processos metabólicos.
- **Fase sólida:** é constituída pela fase sólida orgânica e a fase sólida mineral (inorgânica).
  - **Fase sólida orgânica:** são os restos vegetais e animais em diferentes estágios de decomposição. Os componentes orgânicos exercem grande influência nas características e propriedades do solo. A matéria orgânica, além de proporcionar nutrientes às plantas, atua como condicionador do solo, o que melhora as propriedades físicas e químicas do solo, como: aumento na capacidade de retenção de água, é fonte de energia para os microrganismos do solo, além de fornecer nutrientes. A matéria orgânica do solo pode ser dividida em duas partes: material parcialmente decomposto: restos de

folhas, raízes, animais, excreções de organismos e vegetais.

Material completamente decomposto: também conhecido como húmus.

Material rico em nutrientes, como fósforo, cálcio e nitrogênio.

Na maioria dos solos, o teor de matéria orgânica varia de 0,4 a 5%, porém, em áreas alagadas, devido às condições anaeróbicas, a matéria orgânica se acumula, dando origem aos solos orgânicos.

- **Fase sólida mineral:** os compostos inorgânicos variam em tamanho e exercem influência nas propriedades dos solos. Constitui-se de pequenos fragmentos de rochas e minerais de diversos tamanhos. Os minerais podem ser primários ou secundários. Os primários apresentam composição similar à composição da rocha matriz e constituem as frações grosseiras do solo (areia e silte). Os minerais secundários são formados pelos intemperismos de materiais menos resistentes. São as argilas e os óxidos de  $\text{Fe}_2^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ . A argila é a fração do solo mais importante, pois esta fração tem maior superfície específica e por isso é a mais ativa nos processos que ocorrem no solo. A areia e o silte apresentam baixa área específica e por isso não tem grande atividade físico-química no solo, no entanto, são importantes para a macroporosidade do solo.

## 4 COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DO SOLO

A composição mineralógica é devido ao intemperismo. No processo de intemperismo ocorre a fragmentação física e a decomposição do material de origem, o que dá origem a minerais secundários.

A argila é composta por minerais secundários originados do intemperismo dos minerais primários. Quando o intemperismo é pouco acentuado, formam-se argilas do tipo 2:1. Devido ao avanço do intemperismo forma as argilas 1:1. Em locais onde se observa intemperismo avançado, como em alguns latossolos, verifica-se alta concentração de óxidos de ferro e alumínio.

A areia pode conter minerais primários, mas com o avanço do intemperismo, resta apenas o quartzo. Os minerais de menor resistência, como os feldspatos, piroxênios, olivinas e biotitas se decompõem em minerais secundários.

A fração silte, em solos intemperizados, é composta por microagregados formados por partículas de argila cimentadas.

No solo existe um sistema coloidal, com partículas menores que dois micrometros. Neste sistema ocorrem reações químicas, físico-químicas e microbiológicas.

## 4.1 COLOIDES DO SOLO

Os coloides são partículas que se encontram na fase líquida do solo. Estas partículas são diminutas ( $<1\mu\text{m}$ ) e podem ser minerais, orgânicas ou organominerais. Devido ao tamanho, as partículas têm algumas propriedades, como aumento da superfície específica.

### 4.1.1 Propriedades dos coloides

A superfície específica é a área por unidade de massa do material. É expressa em  $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ . Existe grande variedade entre os solos com relação às superfícies específicas. Vários fatores interferem nessas variações, como: a textura do solo, os tipos de minerais de argila e o teor de matéria orgânica.

A caulinita e os óxidos de ferro têm menor superfície específica e, portanto, baixa capacidade de troca catiônica (CTC). Estas argilas ocorrem em regiões tropicais.

### 4.1.2 Argilas silicatadas

As argilas silicatadas são os minerais secundários originados da decomposição de minerais primários. As argilas são classificadas em 2:1 e 1:1.

- Argilas 2:1: formam-se em estágios iniciais de intemperismo. Precisam de grande quantidade de cálcio e magnésio para se estabilizarem no meio. As argilas 2:1 podem ser expansivas ou não expansivas. As argilas 2:1 têm grande superfície específica. Devido à disponibilidade de carga, sua forma e capacidade de absorção de água, estas argilas conferem grande plasticidade e pegajosidade ao solo. Apresentam também grande fendilhamento e retração do solo quando seco. As argilas 2:1 podem ser classificadas em montmorilonita, ilitas, vermiculita, clorita e minerais 2:1 com hidróxi entre camadas.
- Argilas 1:1: são as argilas formadas devido ao intemperismo e lixiviação de cátions.
- Argilas não silicatadas: são os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. Os principais óxidos de ferro e alumínio encontrados no solo são:
  - Hematita: óxidos de ferro são os minerais que fornecem a coloração vermelha ao solo.
  - Goetita: oxi-hidróxidos de ferro. São responsáveis pela coloração amarelada dos solos.
  - Ferridrita: óxidos de ferro de baixa cristalinidade, resultantes da precipitação de ferro reoxidado.
  - Gibbsita: hidróxido de alumínio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ).

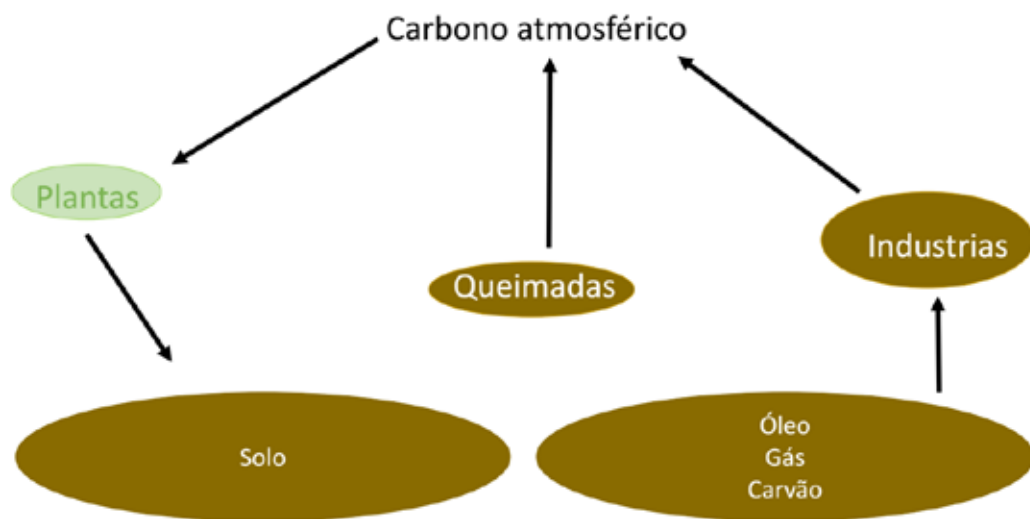
## 5 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

O solo é formado por um conjunto de partículas, como argila, silte, areia, nutrientes, água, ar, e também é formado pelo sistema vivo, que contém os macrorganismos (minhocas e artrópodes), microrganismos (bactérias, fungos, vírus, algas, nematoides e protozoários); e as raízes das plantas. Todos esses organismos estão relacionados, pois os organismos vivos dependem da presença de minerais, ar e água para seu desenvolvimento. Por outro lado, os organismos vivos atuam como transformadores da matéria orgânica, o que promove o aumento da fertilidade do solo, melhora a estrutura física do solo e contribui para o desenvolvimento das plantas.

A matéria orgânica do solo constitui-se de carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e fósforo. O carbono entra no solo por meio da fotossíntese, ou seja, pelos resíduos vegetais, pela liberação de exsudados radiculares e a transformação desses materiais pelos macro e microrganismos presentes no solo.

O solo é o maior reservatório de carbono do ecossistema. O carbono está associado às formas estáveis da matéria orgânica do solo (Figura 3). A fixação do  $C-CO_2$  é realizada pelos organismos fotossintéticos, e ocorre a síntese de amidos, hemiceluloses, celuloses, ligninas, proteínas e outros compostos.

FIGURA 3 – CICLO DO CARBONO



FONTE: A autora

Esses compostos retornam ao solo com os resíduos vegetais e são utilizados pelos organismos que regeneram o  $C-CO_2$  nas reações de respiração.

A matéria orgânica pode ser dividida em matéria orgânica viva e matéria orgânica morta. A matéria orgânica viva corresponde às raízes, à fauna do solo e à microbiota.

As raízes atuam como fonte de matéria orgânica do solo, pois as plantas imobilizam o carbono temporariamente, retornando ao solo na senescência.

A fauna do solo transforma os compostos orgânicos, por meio da redução do tamanho do material orgânico, pela separação dos componentes do material orgânico, pela mistura dos componentes orgânicos e inorgânicos, formação e manutenção dos poros do solo, regulação e dispersão da microflora no solo.

As minhocas contribuem de maneira considerável para a estruturação do solo, pois estão em constante movimento, abrindo galerias no solo, o que facilita a penetração das raízes.

A biomassa microbiana atua na transformação dos compostos orgânicos. Diversas reações químicas ocorrem no solo, como as reações de oxirredução, complexação dos compostos orgânicos e minerais, além da biotransformação e volatilização de compostos orgânicos e inorgânicos.

O carbono da biomassa microbiana apresenta o menor tempo de ciclagem, portanto, é muito sensível a mudanças de manejo.

A matéria orgânica morta corresponde à matéria microrgânica e ao húmus. É composta por restos vegetais em vários estágios de decomposição. Dessa forma, o tipo de solo, a vegetação, o clima e, principalmente, as práticas de manejo adotadas na área afetam a quantidade dessa matéria orgânica.

## 5.1 EFEITO DA MATÉRIA ORGÂNICA E DAS ARGILAS NO SOLO

A matéria orgânica se associa às frações argila do solo, formando complexos argilo-orgânicos que contribuem para a estabilização da matéria orgânica (KLEBER et al., 2005). Esses complexos orgânicos são formados com os óxidos de ferro e alumínio, e são de baixa solubilidade. Assim, as argilas modificam o ambiente dos microrganismos, influenciam no pH, na disponibilidade de substrato, na atividade das enzimas, o que dificulta a acessibilidade da microbiota à matéria orgânica.

A matéria orgânica funciona como ácido fraco e tem propriedades tampão, e isso é devido à diversidade química dos componentes da matéria orgânica.

O aumento do pH pode ocorrer devido à liberação de cátions metálicos, à mineralização de formas orgânicas de nitrogênio, desnitrificação, descaboxilação dos ácidos orgânicos.

A adição de adubos verdes em solos ácidos contribui para aumentar o pH do solo, pois estas plantas apresentam maiores teores de cátions e ácidos orgânicos de baixo peso molecular que são capazes de consumir os  $H^+$  da solução do solo devido à protonação dos grupos funcionais (FRANCHINI et al., 1999).

Em solos alcalinos, ocorre a redução do pH em decorrência do aumento da concentração do  $CO_2$  durante o processo de decomposição e mineralização.

A matéria orgânica do solo contribui para a CTC do solo em regiões tropicais. Esses solos são caracterizados por avançado estágio de intemperismo, predomínio de caulinita e oxi-hidróxidos de Fe e Al e cargas dependentes de pH. A dissociação de cargas dos grupos funcionais de superfície, como os grupos carboxílicos, onde há predomínio de cargas negativas, aumenta o poder de retenção de cátions. Dessa forma, diversos cátions essenciais ao crescimento das plantas estão sempre disponíveis, o que evita que esses cátions sejam perdidos por lixiviação.

Em solos bem manejados, o aporte de resíduos vegetais na superfície promove proteção física do solo contra as gotas de chuva, reduzindo a perda de solo em decorrência de erosão. O acúmulo de matéria orgânica favorece também a estabilização física da matéria orgânica do solo e favorece a agregação, pois as partículas dos solos se interligam às raízes e aos fragmentos orgânicos, reduzindo a perda de carbono na forma de  $CO_2$ .

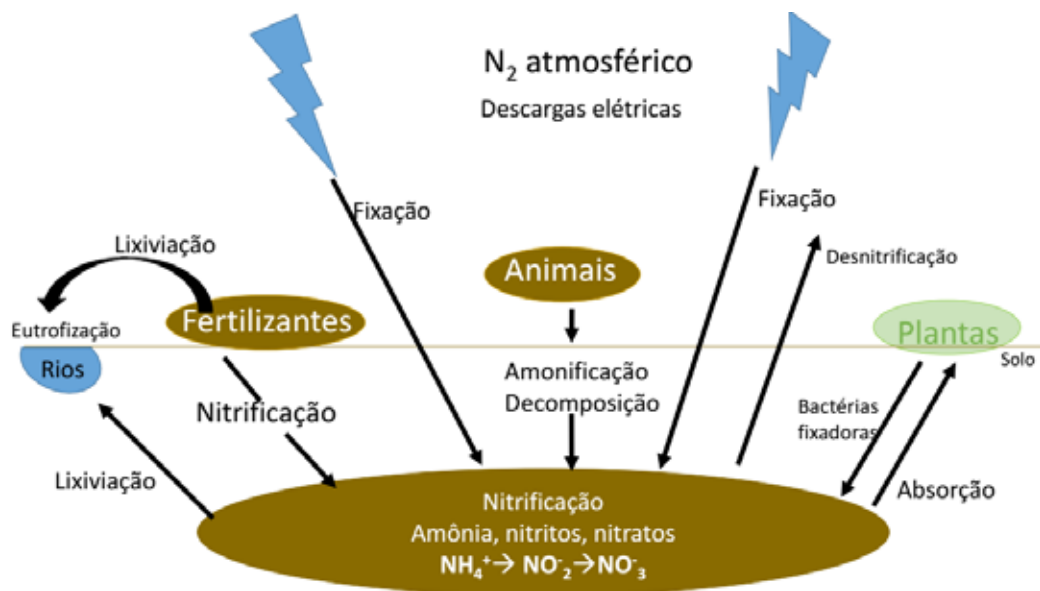
## 5.2 CICLO DOS NUTRIENTES

Por meio do processo de decomposição ocorre a liberação dos nutrientes que estão nas estruturas de compostos orgânicos. A ciclagem dos nutrientes é importante nos processos de liberação, imobilização e síntese de novos compostos.

### 5.2.1 Ciclo do nitrogênio

O nitrogênio é o principal nutriente envolvido com a matéria orgânica. O ciclo do nitrogênio ocorre com a transferência do N atmosférico para os compostos orgânicos, estes serão convertidos em N amoniacal, que será transformado em N nítrico e, posteriormente, o nitrogênio retornará à atmosfera na forma gasosa. As principais reações em que o nitrogênio orgânico está envolvido são: fixação biológica do  $N_2$ , mineralização ou amonificação do N orgânico a amônio, imobilização ou assimilação de amônio a N orgânico e assimilação ou imobilização de nitrato a N orgânico.

FIGURA 4 – CICLO DO NITROGÊNIO



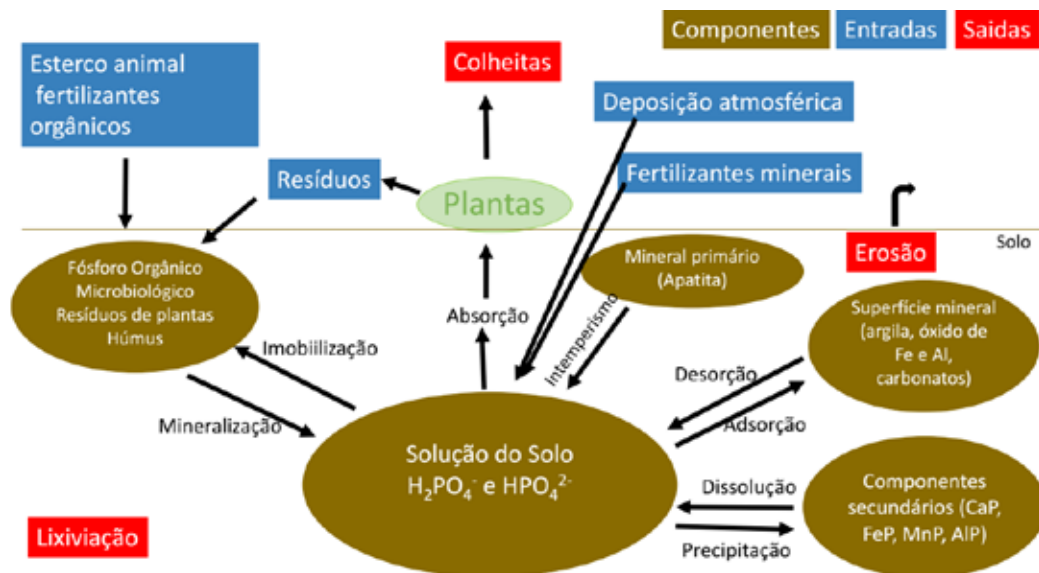
FONTE: A autora

## 5.2.2 Ciclo do fósforo

O fósforo é muito reativo, portanto, não é encontrado na natureza na forma elementar. O fósforo do solo está associado ao oxigênio, formando o ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Em solos ácidos, o ortofosfato encontra-se associado aos óxidos e oxi-hidroxidos de ferro e alumínio. Nos solos alcalinos o ortofosfato encontra-se associado ao cálcio. O ciclo do fósforo acontece da seguinte maneira: o fósforo é absorvido pelas plantas e microrganismos da forma de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Os animais consomem as plantas, assim o fósforo retorna ao solo. Os microrganismos liberam o ortofosfato pela mineralização do fósforo orgânico ou este é incorporado aos compostos orgânicos da matéria orgânica.

É importante sempre ter em mente que a adição de fertilizantes fosfatados solúveis e adubos orgânicos fornecem maior quantidade de fósforo na biomassa e isso contribui para mantê-lo prontamente disponível para as plantas, principalmente em solos com alta capacidade de adsorção.

FIGURA 5 – CICLO DO FÓSFORO



FONTE: A autora

## 6 DINÂMICA DOS NUTRIENTES NO SOLO

### 6.1 CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC)

Quando estabelecemos o solo como a base para o desenvolvimento das plantas devemos sempre estar atentos, pois proverá dele a maior parte dos nutrientes requeridos para o bom desenvolvimento das culturas estabelecidas, por isso todos processos ocorrentes no solo devem ser bem estudados para que as decisões de correção de eventuais deficiências sejam feitas.

A CTC do solo é a capacidade do solo em trocar cargas dos coloides para a solução do solo. Esta característica pode ser determinada pela soma de cátions adsorvidos. Solos com alta concentração de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$  são considerados solos com alta CTC, com saturação de bases maior que 50% são ditos solos eutróficos, no entanto, se no solo tem alta concentração de  $H^+$  e  $Al^{3+}$ , são ditos distrófico, com baixa CTC.

Além da CTC outras características são importantes para as interpretações e cálculos de necessidade de corretivos e fertilizantes. Entre elas o valor T, que significa a CTC a pH 7,0; a CTC efetiva no pH do solo (t), a soma de bases (SB), o índice de saturação por bases (V), a acidez trocável (alumínio trocável), a acidez total (H+Al) e a saturação por alumínio (m).

- Valor T:** significa a capacidade de troca catiônica a pH 7,0. Somam-se as bases e a acidez total ( $SB + Al^{3+}$ ).

$$T = SB + H + Al$$

b. **Soma de bases (SB):** é a soma dos teores de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ ,  $Na^+$  e  $NH_4^+$

$$Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + NH_4^+$$

c. **Saturação por bases (V):** são as bases presentes na solução do solo. É expressa em porcentagem.

$$V = (SB/T) \times 100$$

d. **Saturação por alumínio (m):** é a porcentagem de alumínio trocável na CTC efetiva do solo. Se o valor de m for maior que 50% o solo é considerado álico.

$$m = [Al^{3+} / (SB + Al^{3+})] \times 100$$

e. **Acidez trocável:** é a quantidade de íons hidrogênio e alumínio liberados para uma solução a pH7,0.

f. **Acidez potencial:** é o cálculo da saturação de bases (V%) com o  $H^+$  não trocáveis.

## 7 AMOSTRAGEM DO SOLO E ANÁLISES QUÍMICAS

A amostragem do solo é uma ferramenta importante para a obtenção de informações sobre o solo. Para realizar a amostragem é importante seguir algumas recomendações, como: a área a ser amostrada deve ser mais homogênea possível e deve-se coletar grande número de amostras, em muitos pontos aleatoriamente e posteriormente deve-se misturar as subamostras para formar a amostra composta.

### 7.1 RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA A AMOSTRAGEM DO SOLO

Inicialmente, deve-se coletar vinte amostras simples. Os talhões devem ter no máximo 10 hectares.

As amostras devem ser homogeneizadas para formar a amostra composta. Deve-se dividir a área total em talhões homogêneos. É importante considerar alguns fatores para diferenciação dos talhões, como:

- Vegetação: quais culturas estão sendo cultivadas, quais cultivares?
- Textura: observar se são solos arenosos, argilosos.
- Topografia do terreno: verificar em qual área será realizada a amostragem, se encosta, baixada, topo de morro.
- Produtividade.
- Histórico da área.

Deve-se evitar coletar as amostras em pontos atípicos, como em áreas diferentes do restante. Áreas com depressões alagadas, manchas de calcário ou fertilizantes, antigas estradas, sulcos de erosão ou formigueiros devem ser evitados.

Recomenda-se percorrer a área em ziguezague, procurando percorrer toda a sua extensão. As amostras devem ser colocadas em um recipiente limpo e misturado até a homogeneização. Desta mistura homogênea será retirada uma amostra de 500 g, que será levada para o laboratório e ser a amostra composta.

Para a retirada das amostras, alguns procedimentos são importantes, para evitar a contaminação das amostras. Deve-se limpar superficialmente a área, retirando plantas, restos culturais e resíduos.

A amostra é retirada de uma camada de 0 a 20 cm de profundidade. Para se conhecer o perfil do solo, pode-se retirar amostras mais profundas. Nesta amostragem, procura-se verificar a existência de toxidez. A amostragem será realizada de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60 cm de profundidade, de acordo com o objetivo da amostragem.

Outra recomendação é com relação às embalagens utilizadas, estas devem ser limpas. Recomenda-se não reutilizar embalagens que possam conter resíduos.

A amostragem deve ser realizada com antecedência ao preparo do solo, pelo menos 3 a 4 meses antes do plantio, para que o calcário e os reagentes possam reagir. Recomenda-se realizar a amostragem logo após o término da colheita. Para culturas perenes a época mais adequada é a do repouso vegetativo.

A amostragem pode ser realizada a cada quatro ou cinco anos. Isso se explica, pois o calcário tem efeito duradouro. Os fertilizantes podem ser aplicados a cada três ou quatro anos, portanto, não são necessárias amostragens anuais da área.

As ferramentas mais utilizadas para a coleta das amostras são a pá, o trado, a pá reta e a colher de jardineiro. O vasilhame mais recomendado é o balde de plástico, tanto para recolher as amostras simples como para a homogeneização das amostras compostas.

Alguns cuidados devem ser tomados para a coleta adequada das amostras de solo, entre estas destacam-se:

- As ferramentas e recipientes devem estar limpos, livres de resíduos de defensivos, fertilizantes ou corretivos.
- Entre uma coleta e outra as ferramentas e vasilhames devem ser lavados para retirar resíduos de coletas anteriores.
- Deve evitar a coleta de amostras em locais não representativos.
- Terrenos encharcados não devem ser amostrados.

## 8 RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO

A calagem é uma prática utilizada para a correção da acidez do solo. É aplicado carbonato de cálcio e magnésio. Estes nutrientes dissociam-se, reagem e produzem íons  $\text{OH}^-$ .

A necessidade de calagem é o primeiro aspecto a se considerar na interpretação da análise química do solo. Além de ser um produto de baixo custo para o produtor, pode contribuir para o aumento da eficiência dos adubos, da produtividade e da preservação do meio ambiente. A calagem pode ser feita em qualquer época do ano, no entanto, deve ser realizada com antecedência mínima de três meses do plantio. O calcário ser incorporado ao solo de forma uniforme. É utilizada a seguinte fórmula, em t/ha:

$$\text{NC} = \text{meq Al}/100 \text{ cm}^3 \times f$$

Em que:  $F=1,5$  para culturas tolerantes a acidez (gramíneas)

$F=2,0$  para culturas não tolerantes a acidez (leguminosas)

Em muitos estados brasileiros utilizam-se variações desse método, em Minas Gerais, por exemplo:  $\text{NC (t/ha)} = [Y \times \text{meq Al}/100 \text{ cm}^3 + (X - \text{meq Ca} + \text{Mg}/100 \text{ cm}^3]$

O valor de Y é variável em função da textura do solo, e o valor de X é variável em função da exigência da cultura:

Y= 1: Solos arenosos

Y=2: Solos de textura média (15 a 35% de argila)

Y=3: Solos argilosos (> 35% de argila)

X= 2: Maioria das culturas

X=1: plantio de eucalipto

X= 3: cultura do café

### Vantagens da calagem

- Eleva o pH do solo.
- Fornece Ca e Mg.
- Elimina os efeitos tóxicos de alumínio, manganês e ferro.
- Reduz a fixação de P.
- Aumenta a eficiência dos fertilizantes.
- Aumenta a disponibilidade de vários nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S e Mo.

### Características do calcário

O calcário é o principal agente na neutralização da acidez do solo. O alumínio reage com o  $\text{CaCO}_3$  e precipita na forma de  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . O cálcio e o magnésio são adsorvidos pelos colóides do solo.

## Classificação do calcário

O calcário pode ser classificado de acordo com a concentração de magnésio e quanto ao Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT).

a. Quanto à concentração e MgO:

Calcítico: <5%

Magnesiano: 5 a 12%

Dolomítico: >12%.

b. Quanto ao PRNT:

A: 45 a 60%

B: 60,1 a 75%

C: 75,1 a 90%

D: >90%.

## Adubação

A adubação é uma das etapas mais importantes para alcançar altas produtividades agrícolas. A acidez do solo deve ser corrigida e após esse procedimento deve-se aplicar a quantidade de fertilizantes de acordo com a análise química.

## 8.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ADUBOS

Os adubos ou fertilizantes são as principais formas de restauração ou construção da fertilidade do solo, é através da sua utilização que se torna possível fornecer às plantas os nutrientes que necessitam para desenvolver e fornecer os subprodutos destinados ao mercado de consumo.

Os adubos ou fertilizantes podem ser encontrados na forma de adubos simples, nos quais se encontra presente apenas um nutriente requerido pelas plantas ou na forma de adubos mistos ou misturas que fornecem às plantas mais de um nutriente.

### a. Adubos nitrogenados

Os adubos podem ser classificados em macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são aqueles requeridos em maiores quantidades pela planta e os micronutrientes são aqueles requeridos em menor quantidade.

**Sulfato de amônio:** é um adubo nitrogenado artificial. Possui 20% de N e 24% de S, é um adubo ácido. O  $\text{SO}_4$  forma ácido sulfúrico quando reage com complexos coloidais. O amônio também sofre uma série de transformações:  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$

Deve-se tomar cuidado na aplicação continuada do sulfato de amônio. O sulfato de amônio pode causar acidificação no solo. Além disso, alguns elementos, como o Mn, Al e o Fe podem reagir com o sulfato, formando substâncias tóxicas.

**Ureia:** adubo rico em nitrogênio (46%), na forma de NH. No solo, a ureia sofre transformações para que o nitrogênio fique na forma assimilável pela planta.

## b. Adubos fosfatados

Os adubos fosfatados são de grande importância para as plantas. O mais importante na agricultura é o superfosfato simples.

**Superfosfato simples** ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4$ ): são adubos fosfatados que contêm cálcio e fósforo solúvel. Contém de 18 a 20% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . É um adubo prontamente assimilável pelas plantas.

Importância dos adubos fosfatados para as plantas:

- Contribuem para a formação de flores, boa formação de frutos e na fase de maturação.
- É importante na formação da parede celular.
- Aumenta a resistência às doenças.
- Contribuem no desenvolvimento de raízes vigorosas.
- Move-se das folhas mais velhas para as mais novas e para os frutos.
- É assimilado pelas plantas na forma de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

## c. Adubos potássicos

**Cloreto de potássio:** é um adubo pouco higroscópico, com teor de 48 a 62% de  $\text{K}_2\text{O}$ . O cloreto de potássio pode ser aplicado a lanço, no sulco de plantio ou em cobertura. Em culturas perenes, podem ser aplicados em superfície ou na projeção da copa.

## d. Adubos cálcicos

O cálcio participa das fases de floração e frutificação, portanto, é essencial para obter altas produtividades. O cálcio pode ser incorporado de várias formas no solo, como  $\text{CaCO}_3$ , cal extinta,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , cal virgem e  $\text{CaO}$ , no entanto, a forma mais indicada para incorporação do cálcio é o calcário dolomítico, pois fornece cálcio e magnésio para as plantas. A quantidade e frequência de aplicação do cálcio no solo depende da acidez do solo, do poder tampão e das colheitas.

## e. Adubos mistos

### Vantagens

- Preço mais baixo: as misturas são mais baratas que os adubos individualmente.
- Compatibilidade: as misturas só podem ser feitas com adubos compatíveis.
- Solubilidade: os adubos e as misturas são produtos prontamente solúveis e assimilados imediatamente pelas plantas.

### Desvantagens

- Proporção desequilibrada
- Mistura não homogênea
- Perdas de nitrogênio

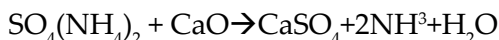
## 8.2 CUIDADOS DURANTE O PREPARO

No preparo das misturas deve-se observar a compatibilidade ou incompatibilidade dos adubos. A incompatibilidade pode ser física ou química. A higroscopicidade é uma característica de incompatibilidade física.

A ureia é um adubo muito higroscópico e se ficar muito tempo à espera do dia da aplicação ficará empedrado, o que dificulta a distribuição.

A volatilização é um exemplo de incompatibilidade química. É o desprendimento de um elemento da mistura.

A reação do sulfato de amônio e cal virgem causa a volatilização do amônio:



## 8.3 OUTROS CUIDADOS NO PREPARO DOS ADUBOS

Compatibilidade: não se deve misturar adubos higroscópicos. E também não se deve aplicar adubos incompatíveis no solo. Os adubos devem ser misturados somente se estiverem bem secos.

### Formulações NPK

As formulações NPK significam a porcentagem de nitrogênio, fósforo e potássio em uma mistura. A relação de cada um dos fertilizantes pode apresentar diversos teores.

### Exemplo:

Exercício: preparar uma tonelada de 4-14-8 a partir de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

1000Kg: 40 Kg de N

120Kg de  $P_2O_5$

80Kg de  $K_2O$

100Kg de sulfato de amônio-----20Kg de N

x-----40Kg de N

**x=200Kg de sulfato de amônio**

100Kg de superfosfato simples----20Kg de  $P_2O_5$

y-----120Kg de  $P_2O_5$

**y=600Kg de superfosfato simples**

100Kg de Cloreto de potássio----60Kg de  $K_2O$

z-----80Kg de  $K_2O$

**z=133Kg de cloreto de potássio**

**Mistura: 200 + 600 + 133 = 933Kg.**

1000-933 = 67 Kg de enchimento.



RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5. **Aproximação**, 1999, Ed. SBCS, p. 359.

# RESUMO DO TÓPICO 1

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A definição de solo é um recurso que suporta a cobertura vegetal. Vimos também que a composição química é função das rochas, sedimentos e da matéria orgânica. Os fatores de formação do solo são o intemperismo, o tempo, o clima, os animais e o relevo.
- As rochas podem ser classificadas em ígneas, metamórficas ou sedimentares, de acordo com sua origem. Esta origem gera os nutrientes e as cargas do solo.
- Na formação do solo existem processos gerais de formação do solo e os processos específicos.
- Os processos gerais são a adição, que são os materiais externos que entram no corpo do solo, como matéria orgânica, cinzas e poeira, adubos, corretivos, agrotóxicos.
- As perdas são as que ocorrem devido à colheita, como os nutrientes, principalmente K e P, existem ainda as perdas devido às queimadas, onde os nutrientes são lixiviados, as perdas por erosão hídrica ou eólica e as perdas por lixiviação.
- A translocação também faz parte do processo de formação do solo, pois ocorre o movimento de materiais dentro do solo. As argilas se movimentam de um horizonte para outro no perfil do solo e preenchem os canais deixados por raízes, animais e processos de contração dos solos.
- A transformação é o processo de desagregação das rochas. Pode ser física, com a quebra de minerais e rochas ou química, quando acontece oxidação, redução, dissolução e hidrólise.
- Os processos específicos de formação do solo são a latolização, a podzolização, a salinização e o hidromorfismo. A latolização é a formação dos latossolos. Ocorrem principalmente os processos de perda e transformação. O clima e os organismos também atuam de forma mais intensa. Neste caso, ocorre a acidificação do solo ao longo do tempo e o acúmulo de óxidos de ferro e alumínio e minerais mais estáveis, como a caulinita. A podzolização é o movimento das argilas no perfil do solo. A salinização é a formação de sais no perfil do solo, nestes solos contêm alta concentração de sódio. O hidromorfismo é a formação de solos glei, planossolos, plintossolos e os orgânicos. As áreas onde esses solos se formam estão sujeitas a alagamentos. Devido ao excesso de água, os organismos anaeróbicos são dominantes, e ocorre a redução do  $\text{Fe}^{3+}$  da solução. A cor acinzentada caracteriza esses solos.



Chegamos ao final do Tópico 1 e agora vamos avaliar nossos conhecimentos, respondendo às questões apresentadas a seguir:

- 1 Qual será a quantidade de sulfato de amônio, ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, ao preparar uma tonelada de 12-10-10, sendo que os dois nitrogenados deverão ser utilizados em uma proporção tal que não haja necessidade de enchimento.

1000 Kg: 120 Kg de N

100 Kg de  $P_2O_5$

100 Kg de  $K_2O$

100 Kg de superfosfato simples----20 Kg de  $P_2O_5$

y-----100 Kg de  $P_2O_5$

**y=500 Kg de superfosfato simples**

100 Kg de Cloreto de potássio----60 Kg de  $K_2O$

z-----100 Kg de  $K_2O$

**z=166,7 Kg de cloreto de potássio**

**500 +166,7 = 666,7 Kg**

1000 - 666,7 = 333,3 Kg a serem aplicados em uma mistura dos dois nitrogenados.

$z + w = 333,3$  Kg (onde z = ureia e w = sulfato de amônio).

$45z/100 + 20w/100 = 120$  Kg de N

- 2 Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta:

- I- Os fatores de formação do solo são: o clima, os organismos, o material de origem, o relevo, o tempo e a ação do homem.
- II- As rochas são classificadas em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.
- III- A translocação é o processo de movimento de argilas no perfil do solo. Essas argilas podem ocupar os espaços vazios deixados por raízes decompostas, animais, contração e retração dos solos, como nos latossolos.
- IV- A latolização é o processo de formação dos vertissolos. Os processos de perda e transformação são os mais importantes. A transformação resulta em acúmulo de minerais silicatados, como a caulinita e os óxidos de ferro e alumínio.
- V- As principais vias de entrada do fósforo no solo são por meio da aplicação de fertilizantes orgânico, esterco animal, resíduos de plantas, deposição atmosférica e fertilizantes minerais.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- ( ) As afirmativas II e III são corretas.
- ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- ( ) As afirmativas I e IV são corretas.





## 1 INTRODUÇÃO

A física do solo é a parte das ciências do solo que trata das principais características do solo, como a textura, a estrutura, a porosidade, a densidade do solo e o conteúdo de água no solo. O estudo dessa área é importante para a conservação do solo e da água.

A física do solo é a parte das ciências do solo que trata das principais características destes, como a textura, a estrutura, a porosidade, a densidade e o conteúdo de água no solo. O estudo dessa área é importante para a conservação do solo e da água.

A constituição física do solo, assim como a sua arquitetura é de fundamental importância para os cultivos agrícolas em todas as atividades que estão relacionadas ao solo. No campo agrícola, a densidade das partículas de solo, sua estrutura e o comportamento da água encontrado nele são pontos muito importantes para a definição da sua aptidão para atividades agrícolas, ou seja, é através das características físicas que é possível determinar para quais cultivos o solo pode ser melhor aproveitado.

As características físicas em maioria possuem mais importância que a fertilidade do solo, pois a fertilidade pode ser reestabelecida ou construída por meio das adubações, ao passo que as características físicas nem sempre podem ser modificadas e quando podem ser modificadas demandam mais trabalho e um custo mais elevado.

## 2 TEXTURA DO SOLO: CLASSIFICAÇÃO DAS PARTÍCULAS, SUPERFÍCIE ESPECÍFICA

A textura do solo é uma característica muito importante, pois diversas propriedades do solo estão associadas à textura, como umidade, aeração do solo, propriedades químicas, mineralogia e as formas de manejo. A textura do solo refere-se à proporção de argila, silte e areia no solo. A textura do solo depende de vários fatores, como a rocha de origem e o grau de intemperização. Por exemplo, solos originários de rochas psamíticas apresentam altos teores de areia e baixos teores de argila.

As partículas menores que 2,0 mm são agrupadas em três classes: areia, silte e argila.

A classificação das partículas do solo são as seguintes:

- areia: entre 2,00 mm e 0,005 mm.
- silte: entre 0,005 mm e 0,002 mm.
- argila: menor que 0,002 mm.

TABELA 1 – CLASSES TEXTURAIS DO SOLO

| Cascalhos | Areias  | Silte    | Argila |
|-----------|---------|----------|--------|
| 2 mm      | 0,05 mm | 0,002 mm |        |

FONTE: Adaptado de Lepsch et al. (2015)

A textura é uma característica que não pode ser alterada pelos tratos culturais. Esta característica é variável nos horizontes do perfil. Solos com diferentes texturas podem apresentar comportamentos distintos no que diz respeito às relações entre o solo, a água, o ar e as plantas.

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS TEXTURAS DO SOLO

| Textura        | Descrição                                                                                                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arenosa        | São as classes texturais areia e areia franca.                                                                                                                                |
| Siltosa        | São parte das classes texturais que tenham menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.                                                                                    |
| Média          | As classes texturais ou partes delas, tendo na composição granulométricas menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca. |
| Argilosa       | Classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométricas 35 a 60% de argila.                                                                                     |
| Muito argilosa | São classe textural com mais de 60% de argila.                                                                                                                                |

FONTE: A autora

QUADRO 2 – TEXTURA DO SOLO

| Características          | Textura   |                   |                   |
|--------------------------|-----------|-------------------|-------------------|
|                          | Arenosa   | Siltosa           | Argilosa          |
| Sensação do tato         | Atrito    | Sedoso            | Plástico/Pegajosa |
| Tratos culturais         | Fácil     | Média dificuldade | Fácil/difícil     |
| Água disponível          | Baixa     | Alta              | Alta              |
| Drenagem                 | Excessiva | Moderada          | Médio/alta        |
| Escorrimento superficial | Baixo     | Alto              | Médio /alto       |
| Transporte               | Baixa     | Média             | Alta              |

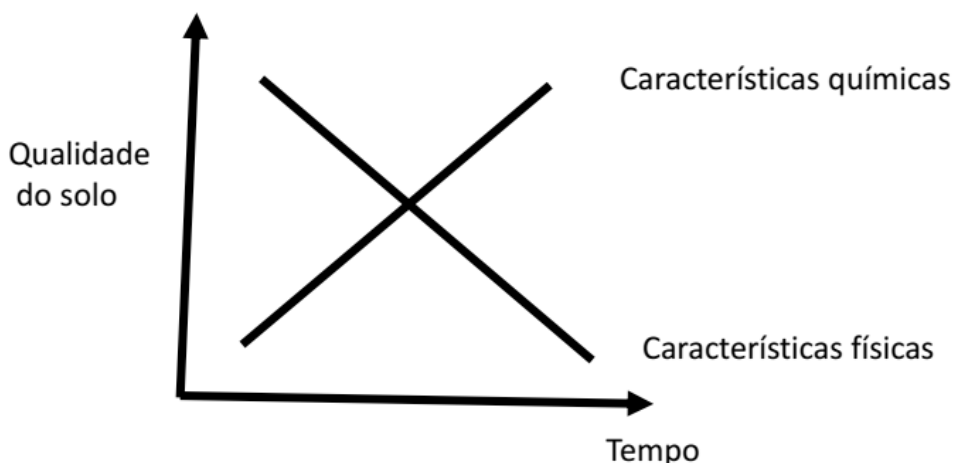
FONTE: A autora

### 3 ESTRUTURA: FORMAÇÃO DE AGREGADOS, CLASSIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura do solo é o arranjo das partículas primárias, ou seja, areia, silte e argila, as partículas secundárias e os espaços porosos do solo (BAVER et al., 1973 apud FONTES; FONTES, 1992).

A estrutura tem influência em diversas características do solo, como na movimentação de água, aeração, densidade do solo, porosidade e transferência de calor. A estrutura do solo é uma característica dinâmica, portanto, altera-se facilmente em resposta às condições ambientais, biológicas e às práticas de manejo.

FIGURA 6 – IMPORTÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICA NA QUALIDADE DO SOLO



FONTE: A autora

O grau de estrutura é uma característica importante, pois refere-se aos graus de adesão, coesão e estabilidade entre e intra-agregados dentro do perfil. O grau de estrutura varia com a umidade do solo. Na prática, a condição mais favorável para o exame da estrutura é quando o solo se apresenta mais seco do que úmido.

As modificações antrópicas que ocorrem no solo, como a aração, cultivo, drenagem, adubações e as calagens causam impactos na estrutura do solo, por exemplo, a compactação, e podem prejudicar o desenvolvimento das plantas. Alguns fatores afetam a estrutura positivamente, outros afetam de forma negativa.

QUADRO 3 – FATORES QUE AFETAM A ESTRUTURA

| Afetam de forma positiva                                    | Afetam de forma negativa                                                    |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Matéria orgânica                                            | Agentes dispersante: sódio                                                  |
| Manejo do solo: cultivo mínimo, rotação de culturas, pousio | Preparo excessivo do solo e fogo e preparo do solo com alto teor de umidade |
| Cobertura do solo, adubação verde, plantio direto           | O impacto da gota da chuva                                                  |

FONTE: A autora

A avaliação da estrutura pode ser feita em campo ou em laboratório. Em campo, pode-se fazer as seguintes avaliações:

- Teste da faca: utilizando-a contra o perfil do solo.
- Visualizar o desenvolvimento das raízes e das plantas.
- Visualizar a situação de encharcamento e fazer os testes de infiltração no solo.
- Utilizar instrumentos, como o penetrômetro ou penetrógrafo, e verificar a resistência à penetração.

Em laboratório pode-se avaliar:

- A distribuição do tamanho dos agregados.
- As lâminas de micromorfologia do solo.
- A densidade do solo.
- A porosidade total.
- Condutividade hidráulica.

QUADRO 4 – GRAUS DE ESTRUTURA DO SOLO

| Estrutura          | Descrição                                                                      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Grãos simples      | As partículas não são coerentes, sendo isoladas. Ex.: Neossolo quartezarênico. |
| Maciça             | As partículas formam uma coesão uniforme. Ex.: gleissolos.                     |
| Estrutura fraca    | Os agregados são fracamente formados.                                          |
| Estrutura moderada | As estruturas são bem formadas, moderadamente resistentes.                     |
| Estrutura forte    | Os agregados são firmes, bem distintos no perfil.                              |

FONTE: A autora

### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO

O solo é composto por estruturas que possuem tamanho e organização diverso, que compõem diferentes formas de agregados. Os estudos relacionados à morfologia do solo evidenciam tanto as características macroscópicas dos agregados até as partículas menores como areia, silte e argila.

Para que seja entendido o comportamento do solo é necessário conhecer como as partículas que os compõem se organizam no espaço, pois essa organização define o quão poroso e aerado é esse solo, além de indicar como acontece o movimento da solução do solo no perfil.

A fim de que se possa conhecer melhor como as partículas e agregados podem se organizar no solo e como essa organização influencia na textura deste, alguns conceitos serão estabelecidos a seguir.

- **Laminar:** as partículas do solo estão arranjadas num plano horizontal. As unidades estruturais apresentam-se com aspecto de lâminas, de espessura variável. Ocorre em solos com horizonte E (eluvial) de argissolos.
- **Prismática e colunar:** na estrutura prismática, as partículas do solo estão arranjadas num plano vertical e as extremidades superiores têm ângulos. E na estrutura colunar, as extremidades superiores são arredondadas. A estrutura prismática é encontrada em solos com T textural (Bt). Em contrapartida, a estrutura colunar é encontrada em horizonte B solonético (horizonte Bt com alto teor de sódio).
- **Em blocos:** a estrutura em blocos pode ser angular e subangular. Os blocos angulares têm faces planas e maioria dos vértices com ângulos. Nos blocos subangulares ocorre a mistura de faces arredondadas e planas, com muitos vértices arredondados. É geralmente encontrado em horizontes B textural. A expansão e contração do material rico em argila, quando expostos a ciclos de umedecimento e secagem, tendem a destruir a estrutura granular, dando origem à estrutura em blocos (MUNIZ, 1975).
- **Granular:** as partículas são arranjadas em torno de um ponto. Os agregados apresentam forma arredondada, sem faces de contato. A estrutura granular é encontrada em solos com horizonte A, rico em matéria orgânica e nos latossolos e no horizonte A chernozêmico de alguns solos. O latossolo vermelho escuro é um exemplo de estrutura granular. Essas estruturas são formadas por microagregados e são muito estáveis, e, na prática são chamados de estrutura em “pó de café”, tem aspecto maciço e poroso. Os materiais que apresentam estrutura granular têm pouca coerência entre os grânulos. E além disso, são pequenos, o que contribui para o arraste pela água. Isso explica o motivo de os latossolos ricos em óxidos de ferro e alumínio sofrerem mais erosão. O excesso de sais tende a formar grânulos (solos salinos). No entanto, o  $\text{Na}^+$  tem efeito contrário, tendendo a formar estrutura prismática colunar (solos solonéticos).

## 3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO DO SOLO

Algumas técnicas são importantes para evitar a destruição dos agregados do solo e conservar a estrutura. Entre essas técnicas, destacam-se:

- **Cobertura do solo:** a cobertura vegetal ou a cobertura morta protege o solo contra os impactos das gotas de chuva, prevenindo a erosão.

- Redução da movimentação do solo: técnicas de cultivo, como o plantio direto e o cultivo mínimo minimizam a movimentação do solo e reduzem a quebra mecânica dos agregados.
- Condições ideais de umidade: as operações de preparo e de cultivo mecânico devem ser realizadas somente se as condições de umidade sejam ideais. Deve-se realizar estudos da consistência do solo.
- Cuidados com a água de irrigação: deve-se ter cuidados com o excesso de irrigação, pois pode ocorrer a entrada de cátions dispersantes no solo, como  $\text{Na}^+$ , através da água de irrigação.
- Calagem: a prática da calagem aumenta a estabilidade dos agregados, pois os carbonatos são agentes cimentantes das partículas primárias e o  $\text{Ca}^{2+}$  promove a floculação dos coloides.
- Incorporação de resíduos orgânicos: a incorporação de matéria orgânica favorece a formação e a estabilidade dos agregados.

## 4 CONSISTÊNCIA: FORÇAS DE COESÃO E ADESÃO, FRIABILIDADE E PLASTICIDADE

A consistência do solo incide nas propriedades do solo com relação à resistência que o material oferece à deformação. A coesão e a adesão são as forças envolvidas nessa resistência. Coesão significa a atração molecular, ou seja, é a força que mantém um sólido ou líquido unidos, devido à atração entre as moléculas semelhantes. A adesão é a força de tensão superficial, que consiste na força de atração que as partículas do solo exercem sobre as moléculas de água. Seu efeito para manter as partículas do solo ligadas depende da presença de água e ar no sistema. A coesão e a adesão são as forças que dão consistência ao solo. Essas características têm implicação direta no manejo do solo.

A consistência do solo é afetada pela textura do solo, pela natureza dos coloides minerais, pelo teor de matéria orgânica, estado de estrutura do solo, pelos cátions presentes que atuam na dispersão e floculação e do teor de umidade.

A avaliação da consistência pode ser feita no campo ou em laboratório. Em campo a textura é estimada, utilizando-se uma amostra de solo úmido. O solo é manuseado entre os dedos e pela sensação ao tato, pode-se inferir pela textura e as proporções de argila, silte e areia. Dessa forma, pode-se dizer se o solo é argiloso, siltoso arenoso, intermediário, argilosoarenoso, arenoargiloso e arenossiltoso.

As partículas maiores, de areia, fornecem sensação grosseira ou áspera. O silte tem uma sensação sedosa e macia. As argilas apresentam sensação plástica e pegajosa.

Na prática, coloca-se na palma da mão uma porção de terra destorroada (cerca de 5 g) e adiciona-se algumas gotas de água; amassa-se bem a amostra com os dedos, deixando-a bem uniforme. Enrole a massa formando um biscoito. Quanto mais fina e não quebradiça ficar a massa, maior é o teor de argila. Para inferir sobre as proporções de argila e areia deve-se deslizar a massa na mão. Quanto mais grosseiro, maior a proporção de areia. Se a massa tiver alto teor de silte, a sensação será sedosa.

Quanto mais argiloso o solo, maior as forças de coesão e adesão. Quanto menos intemperizado e mais rico em argilas ativas, maior as forças de adesão e coesão.

## 5 DENSIDADE DE PARTÍCULAS E DO SOLO E POROSIDADE

A avaliação da densidade do solo é um parâmetro amplamente utilizado, pois através dela se torna possível conhecer a estrutura do solo e o seu nível de compactação. Estas informações são muito importantes para os cultivos agrícolas, pois algumas culturas não são indicadas para solos mais densos, pois a germinação e o desenvolvimento de raízes é prejudicado.

Através dos limites de densidade também é possível classificar os solos sendo que os maiores valores de densidade são encontrados em solos argilosos e os de menores nos solos turfosos.

Ao contrário da densidade do solo que leva em consideração a porosidade, a densidade da partícula é apenas a mensuração da relação entre a massa de solo e o volume ocupado por essa massa. Diferentes métodos são utilizados para a determinação das duas medidas de densidade, os quais são explicados detalhadamente a seguir.

### 5.1 DENSIDADE DE PARTÍCULA

É a massa por unidade de volume de partículas de solo seco. Nesse caso, somente o espaço ocupado pela matéria sólida do solo é considerado, a qual é representada pela fórmula:

$$D_p = M_s / V_s$$

em que:  $D_p$  = densidade da partícula

$M_s$  = massa do solo

$V_s$  = volume de sólidos

## 5.2 DENSIDADE DO SOLO

É a massa de solo seco por unidade de volume. É o volume do solo ao natural, incluindo os espaços porosos.

$$D_s = M_s / V_t$$

em que:  $D_s$  = densidade do solo

$M_s$  = massa do solo

$V_t$  = volume total

Quanto mais fino o material, maior a porosidade total, menor a massa específica da fração sólida e menor a densidade do solo. Vários fatores afetam a densidade do solo, entre eles, a estrutura e o teor de matéria orgânica.

Um solo manejado de forma incorreta tende a perder sua estrutura e ocorre a compactação. Desse modo, a densidade do solo vai aumentar. Se o volume de matéria orgânica é elevado a densidade do solo tende a reduzir.

A densidade é uma característica importante e conhecer seu valor no perfil do solo permite avaliar várias propriedades do solo, como a drenagem à porosidade, à condutividade hidráulica, à permeabilidade, ao arejamento e à capacidade de retenção de água. Todas estas características contribuem para um manejo adequado do solo, o que evita a erosão e a perda de solo por escoamento superficial.

## 5.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE NA PRÁTICA

Diversos métodos podem ser utilizados para determinar a densidade do solo. Obtém-se a massa de uma determinada amostra de solo e o seu volume incluindo sólidos e poros.

Exemplos de métodos:

**Método do anel volumétrico:** o anel de volume conhecido é colocado no solo e a amostra é recolhida. O material é seco em estufa. A massa obtida é dividida pelo volume.

**Método da proveta:** enche-se uma proveta de 100 cm<sup>3</sup> com solo destorreado e promove batidas sucessivas para acomodação das partículas. Pesa-se a amostra de solo, determinando-se sua massa. A relação da massa com o volume por ela ocupada resulta na densidade da amostra.

Cálculo da densidade do solo

$$V = 1 \text{ m}^3 \text{ (sólidos e poros)}$$

$$P = 1,33 \text{ mg (sólidos)}$$

$$D_s = M_s/V_t$$

$$D_s = 1,33/1 = 1,33 \text{ mg. m}^{-3}$$

Cálculo da densidade de partícula

$$V = 0,5 \text{ m}^3 \text{ (sólidos)}$$

$$P = 1,33 \text{ mg (sólidos)}$$

$$D_p = M_s/V_s$$

$$D_p = 1,33/0,5$$

$$D_p = 2,66 \text{ mg. m}^{-3}$$

## 5.4 POROSIDADE

A porosidade é a porção do volume de solo que não é ocupada por partículas sólidas e inclui todo espaço poroso ocupado por água e ar. A distribuição, quantidade, tamanho e continuidade dos poros dependem do solo. A porosidade depende da textura, da estrutura e também da quantidade de matéria orgânica.

Os solos argilosos apresentam maior porosidade, pois suas partículas são finas e formam agregados. Os solos arenosos apresentam menor porosidade, pois suas partículas tendem a se arranjar numa disposição piramidal, por serem grosseiras.

Várias características do solo influenciam a porosidade, como a retenção de umidade, arejamento e o manejo do solo, portanto, é importante conhecer a porosidade do solo para a conversação e preservação do solo.

Os poros são divididos em: macroporos e microporos. Os macroporos têm diâmetro maior que 0,05 mm e os microporos têm diâmetro menor que 0,05 mm.

QUADRO 5 – CARACTERÍSTICAS DA POROSIDADE DO SOLO

| Denominação                      | Diâmetro (micrometros) | Característica                                           |
|----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Poros grandes</b>             | >60                    | Infiltração de água, solo aerado                         |
| <b>Poros médios</b>              | 60 – 10                | Redistribuição de água, crescimento de pelos radiculares |
| <b>Poros pequenos</b>            | 10 – 0,2               | Armazenamento de água disponível                         |
| <b>Superfícies higroscópicas</b> | Coloides               | Armazenamento de água não disponível                     |

FONTE: A autora

### 5.4.1 Determinação da porosidade total (P)

A porosidade total é o valor que abrange todos os poros do solo, ou seja, este valor representa os poros de maior tamanho, nos quais é mais fácil a penetração da água, do ar e das raízes das plantas e também os poros menores, em que a movimentação desses agentes é mais difícil.

$$P = V_p/V_t = (V_t - V_s)/V_t$$

$V_p$  = espaço poroso

$V_t$  = volume total

$$P = 1 - V_s/V_t$$

$$P = 1 - [(1/V_t)/(1/V_s)]$$

$$P = 1 - [(1/V_t)/(1/V_s)] \times M_s$$

$$P = 1 - (M_s/V_t) / (M_s/V_s)$$

### 5.4.2 Considerações importantes sobre a porosidade

Resende et al. (1997) defendem, quanto à porosidade, que os solos argilosos têm grande microporosidade, mas podem ter muitos macroporos devido à estrutura.

As raízes crescem melhor em solos com maior intensidade de macroporos. Por isso, é importante a incorporação de matéria orgânica, a adição de cálcio que favorece o arejamento e a infiltração. Além disso, óxidos de Fe e Al favorecem os macroporos. Em contrapartida, os agentes desagregantes, como o sódio e a compactação, prejudicam o desenvolvimento das raízes.

A água é retida nos poros menores. Nos poros maiores a gravidade remove a água. Nos poros menores a água não é disponível para as plantas.

No horizonte B dos latossolos ocorre a estrutura granular. Nesses solos existem dois tipos de poros, os macroporos, que estão entre os grânulos e os microporos, que estão no interior dos agregados.

## 6 ÁGUA E AR DO SOLO

A água possui dois hidrogênios ligados ao oxigênio, formando um ângulo de 105°. Esta ligação é responsável assimétrica de cargas e cria um dipolo elétrico, que é responsável por uma série de propriedades físico-químicas da molécula.

#### • Potencial total da água no solo

É o total de energia que atua sobre a água do solo. A diferença de potencial da água entre diferentes pontos dá origem à movimentação da água, que se move no sentido de redução do seu potencial.

- **Potencial total de água no solo**

O potencial total de água no solo é definido como a soma do potencial gravitacional ( $\psi_g$ ), o potencial de pressão ( $\psi_p$ ), o potencial matricial ( $\psi_m$ ) e o potencial osmótico ( $\psi_o$ ). Para calcular o estado de energia da água, em algum ponto do solo, deve-se calcular cada componente e somá-los.

$$\psi = \psi_g + \psi_p + \psi_m + \psi_o$$

- **Potencial gravitacional ( $\psi_g$ )**

O potencial gravitacional depende da posição em que se encontra, em relação a um plano de referência, escolhido arbitrariamente. O potencial gravitacional tem um valor zero no plano de referência. É positivo acima e negativo abaixo dele.

- **Potencial de pressão ( $\psi_p$ )**

O potencial de pressão é medido em relação a uma condição padrão. Geralmente é a água submetida à pressão atmosférica local. Neste caso, somente as pressões acima da pressão atmosférica são consideradas. O potencial de pressão ocorre quando o solo está saturado, com uma lâmina de água acima de um ponto específico. Os valores são sempre positivos.

- **Potencial matricial ( $\psi_m$ )**

O potencial matricial refere-se à soma das forças envolvidas na interação entre a matriz sólida do solo e a água, devido à capilaridade e adsorção. Este fato depende do arranjo do sistema poroso do solo, da superfície específica e das características químicas das partículas do solo. O potencial matricial ocorre em solos não saturados e os valores são sempre negativos.

- **Características da água no solo**

A tensão apresenta valores iguais aos do potencial matricial, porém com sinal oposto. Caso ocorra uma tensão no solo saturado, os poros maiores serão esvaziados. Uma tensão ainda maior (baixo potencial) provocará o esvaziamento dos poros menores, até que somente os poros muito pequenos terão água, ou seja, diminuirá o filme de água em torno da superfície das partículas do solo. A quantidade de água retida pelo solo, em equilíbrio com o potencial, é em função do tamanho e volume dos poros e da superfície das partículas da fase sólida, ou seja, do potencial matricial.

- **Constantes da água no solo**

As constantes de água no solo são importantes do ponto de vista prático, no campo, para fins de manejo da irrigação e operações de aração.

- Capacidade Máxima de Armazenamento de Água (CMA): umidade do solo saturado, em que o potencial é igual a zero.
- Capacidade de Campo (CC): máxima quantidade de água que um solo é capaz de reter em condições normais de campo. Solos com predomínio de argilas silicatadas, esse valor é de -30kPa. Solos com características de argilas oxídicas e solos arenosos, esse valor é de -10kPa.
- Ponto de Murcha Permanente (PMP): é o potencial em que o fluxo de água no solo não atende à demanda atmosférica da planta. Representa a umidade do solo em que a planta não recupera a turgescência normal das folhas no período noturno, quando colocada em ambiente com UR de 100%. É a água retida a -1.500kPa.
- Água Sujeta à Drenagem (DREN): é o teor de água entre a capacidade máxima de armazenamento e a capacidade de campo. É a água perdida por percolação.
- Água Disponível (AD): é o teor de água retido entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. É a quantidade de água presente no solo, em condições de ser absorvida pelas raízes das plantas.
- Água Não Disponível (AnD): é a água retida próxima às partículas do sol, entre o ponto de murcha permanente e o solo seco.

#### • Ar do solo

O ar do solo é a mistura gasosa que preenche o volume não ocupado por sólidos e líquidos. A composição do ar do solo é semelhante à composição do ar atmosférico, no que diz respeito à qualidade do ar.

No sentido da quantidade, nos solos bem arejados, a composição do ar é semelhante ao ar atmosférico. Em solos deficientes em porosidade, a taxa de CO<sub>2</sub> é elevada e a taxa de O<sub>2</sub> é baixa, em relação à atmosfera.

#### • Trocas gasosas

As trocas gasosas podem acontecer por fluxo de massa ou difusão. O fluxo de massa é um processo espontâneo de transporte gasoso, por efeito de gradiente de pressão total. A difusão é também um processo espontâneo de transporte de gases, porém ocorre por efeito de gradiente de pressão parcial.

A aeração por fluxo de massa ocorre em função da chuva e irrigação, mudanças na temperatura do ar do solo e flutuações na pressão.

## RESUMO DO TÓPICO 2

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A textura é a proporção de argila, silte e areia no solo. A textura depende da rocha de origem e o grau de intemperismo. A textura é uma característica que não pode ser alterada pelos tratos culturais. Por isso, é importante o manejo correto do solo, para que se possa aproveitar o máximo das proporções granulométricas do solo.
- A estrutura é o arranjo das partículas, areia, silte e argila e os espaços porosos do solo. A estrutura influencia a aeração do solo, a densidade e a passagem de água. Essa característica, ao contrário da textura, pode ser modificada e responde às práticas de manejo. No entanto, deve-se sempre ter cuidados para realizar a prática correta. A adição de matéria orgânica, o cultivo mínimo e a cobertura do solo são práticas que contribuem para melhorar a estrutura do solo. A estrutura pode ser classificada em laminar, prismática, em blocos ou granular.
- A consistência é a capacidade do solo de resistir à deformação. A coesão é a atração entre as moléculas e a adesão é a tensão superficial. A consistência do solo é afetada pela textura do solo, natureza dos colóides, pelo teor de matéria orgânica, pela umidade do solo, pela estrutura e pelos cátions presentes na solução do solo.
- A densidade é outra característica importante no solo. Quanto mais fino o material, maior é a porosidade, menor massa específica e menor densidade do solo. Diversos fatores interferem na densidade do solo, entre eles a estrutura e o teor de matéria orgânica.
- A porosidade é a porção do volume de solo ocupada por ar e água. A porosidade depende da textura, da estrutura e da matéria orgânica. A retenção de umidade, o arejamento e o manejo do solo influenciam na porosidade do solo.
- O potencial de água no solo é o total de energia que atua sobre a água do solo. O potencial total de água é a soma do potencial gravitacional, o potencial de pressão, o potencial matricial e o potencial osmótico.
- A capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) são as constantes mais importantes, do ponto de vista prático, no campo. É a máxima quantidade de água que um solo é capaz de reter em condições normais de campo. O PMP é o ponto de umidade em que a planta não recupera a turgescência.
- O ar do solo é ocupado pelo volume não ocupado por sólidos e líquidos.

## AUTOATIVIDADE



Chegamos ao final de mais um tópico, e agora vamos avaliar nossos conhecimentos, respondendo às questões apresentadas a seguir.

- 1 Quais são as relações que podem ser feitas entre a textura, a erosão e o manejo do solo?
- 2 Algumas técnicas de manejo contribuem para manter a estruturação e prevenir a desagregação do solo. Cite três técnicas e explique-as.



## CONSERVAÇÃO DO SOLO

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal, sem a qual os seres vivos não poderiam existir (BERTONI, 1968). O solo é definido como a coleção de corpos naturais ocorrendo na superfície da terra, contendo matéria viva e que suporta as plantas (BERTONI; NETO, 2014).

A erosão é um dos principais problemas que afeta os solos. A erosão, inicialmente é imperceptível, como a erosão laminar, entretanto, se não for controlada pode causar muitos prejuízos, como perda da estrutura do solo, perda da matéria orgânica, perda dos elementos nutritivos e a perda do solo.

Para evitar problemas dessa ordem medidas conservacionistas devem ser tomadas, no sentido de utilizar as terras de acordo com a sua capacidade e avaliar as características ecológicas envolvidas. A declividade do terreno, a classe de solo, os fatores limitantes do solo são informações importantes para a tomada de decisão de qual a melhor prática a ser utilizada.

## 2 EROSIÃO

A erosão é causada por forças ativas e passivas. Entre as forças ativas podemos citar as chuvas, a declividade do terreno, o comprimento do declive, além da capacidade de o solo absorver a água. As forças passivas são caracterizadas pela resistência que o solo exerce à força da chuva e pela cobertura vegetal no solo.

A erosão é classificada em diversos tipos, como a erosão geológica, a erosão hídrica e a erosão eólica.

- Erosão geológica: a erosão geológica é uma forma de erosão natural – são os processos naturais de modificação da crosta terrestre – e ocorre durante muitos anos. Através da erosão natural é que se formam as geleiras, os solos férteis, as planícies e tantas outras belas paisagens existentes na Terra.
- Erosão hídrica: é a erosão causada pela água. Pode acelerar se o solo estiver desprotegido. Pode acontecer de três formas: a laminar, em sulcos ou em voçorocas.

- Erosão laminar: é a remoção de camadas da superfície do solo. É a mais difícil de ser identificada, pois vai eliminando as camadas de solos de maneira uniforme e imperceptível (LEPSCH et al., 2015). Em culturas perenes, pode-se observar a exposição das raízes, o que indica que está ocorrendo erosão laminar, e a profundidade de solo arrastado.
- Erosão em sulcos: é resultado das irregularidades do terreno, sendo que a enxurrada se concentra em alguns pontos e atinge velocidade e volume para arrastar grande quantidade de terra. Esse tipo de erosão é causado por chuva de grande intensidade em terrenos declivosos.
- Erosão em voçorocas: é causada por grandes concentrações de enxurradas. Ocorrem grandes deslocamentos de terras e formam grandes crateras.
- Erosão eólica: é aquela provocada por ventos intensos, que são capazes de arrastar as partículas do solo. Ocorre em regiões planas, com pouca chuva, onde há pouca vegetação de cobertura. Este tipo de erosão é mais comum em regiões onde a vegetação é escassa. No Brasil, esta situação acontece nas regiões semiáridas e em solos arenosos. A erosão eólica também é muito séria, pois muitos solos arenosos estão se tornando estéreis. A erosão eólica pode ser classificada em dois tipos: a litorânea e a continental.
  - Litorânea: quando ocorre na orla marítima, com deslocamento de material arenoso em forma de dunas.
  - Continental: esta erosão ocorre no interior do continente, com o transporte das partículas do solo sem a reposição do material que foi deslocado.

A perda do solo é mesurada através da seguinte equação:

$$A = R K L S C P$$

Em que:

A = Perda de solo calculada por unidade de área, t/ha.

R = Fator chuva, erosividade

K = Fator erodibilidade do solo

L = Fator comprimento do declive

S = Fator grau do declive

C = Fator uso e manejo do solo

P = Fator práticas conservacionistas empregada.

Diversos fatores influenciam na erosão do solo, entre eles destacam-se a chuva, a infiltração da água no solo, a cobertura vegetal e a natureza do solo.

## 2.1 A CHUVA

O volume e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, duração e frequência da chuva (BERTONI; NETO, 2014). Quanto maior a intensidade da chuva, maior é a erosão. Da mesma forma, quanto maior a duração das chuvas, maior a erosão. Isso ocorre quando se inicia uma chuva de intensidade uniforme, a água infiltra no solo, no entanto, passado algum tempo, inicia-se a enxurrada, que vai aumentando de volume. As gotas de chuvas são os principais agentes

erosivos, pois desprendem partículas de solo e transportam, por salpicamento, as partículas desprendidas, que imprimem energia à água superficial. Por isso, tem-se que:

$I=V/T$ , em que  $I$ = intensidade,  $V$ =volume e  $T$ =tempo.

Quanto maior for  $I$ , mais intensa será a chuva, maior a energia cinética, maior a desagregação e maior a erosão.

## 2.2 A INFILTRAÇÃO

Quanto maior a velocidade de infiltração da água da chuva, menor a enxurrada e a erosão.

O tamanho, a textura e a disposição dos espaços porosos também tem influência na velocidade de infiltração da água no solo. Nos solos arenosos, a velocidade de infiltração é maior, pois estes têm mais espaços porosos, em relação aos solos argilosos.

O grau de agregação também influencia a infiltração. Partículas finas são bem agregadas e os espaços porosos maiores, o que aumenta velocidade de infiltração. Dessa forma, é importante enfatizar que práticas de manejo do solo que melhoram as condições físicas do solo reduzem a enxurrada e a erosão.

## 2.3 A TOPOGRAFIA DO TERRENO

A topografia do terreno exerce grande influência no processo de erosão. O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade com que a água escoar. A velocidade depende do grau de inclinação do terreno. Por essa razão, terrenos declivosos devem ser utilizados somente para reflorestamento e devem ser mantidos com a cobertura vegetal, para evitar a erosão e o assoreamento de rios e corpos d'água.

## 2.4 A COBERTURA DO SOLO

A cobertura protege o solo contra o impacto direto das gotas das chuvas, diminui a velocidade de escoamento da enxurrada. Além disso, devido à decomposição das raízes das plantas, ocorre a formação de canaliculos no solo, que aumenta a infiltração da água. Além disso, a vegetação se decompõe, o que aumenta a quantidade de matéria orgânica do solo. A matéria orgânica tem um importante papel na retenção da água das chuvas e também na infiltração da água no solo.

### 3 PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

As práticas conservacionistas podem ser divididas em: vegetativas, edáficas e mecânicas. As práticas conservacionistas visam sempre manter a integridade do solo lançando mão de artifícios e técnicas para que sejam diminuídas as ações de intemperismo e erosão do solo. Essas técnicas podem ser divididas em: vegetativas, edáficas e mecânicas, essa classificação se baseia no objeto ou técnica que é utilizada para manter a boa estrutura do solo.

#### 3.1 PRÁTICAS DE CARÁTER VEGETATIVO

Nessas práticas são empregadas técnicas de manejo em que se utiliza a vegetação para melhorar as características do solo. Dentro dessas técnicas os conceitos de cobertura, diminuição da perda de água, proteção contra a ação dos ventos norteiam a elaboração e execução de ações que conservam o solo.

- **Reflorestamento e florestamento:** a cobertura do solo com vegetação permanente é a melhor alternativa para regiões inclinadas, solos pobres para evitar a erosão. Em regiões de topografia acidentada, o plantio de florestas constitui-se de alternativa para a proteção de topos de morros, o que reduz as enxurradas e a erosão.
- **Pastagens:** fornecem boa proteção ao solo.
- **Plantas de cobertura:** controlam a erosão, melhoram as condições físicas e químicas do solo, além disso, contribuem para a incorporação de matéria orgânica no solo, o que melhoram as condições físicas e químicas.
- **Cultura de faixas:** esta prática é uma das mais eficientes para o controle da erosão hídrica e eólica. No entanto, é uma prática complexa, pois deve-se utilizar o plantio em contorno, a rotação de culturas, as plantas de cobertura e os terraços.
- **Cordões de vegetação permanente:** são fileiras de plantas perenes e de crescimento denso, dispostas com espaçamento horizontal e em contorno.
- **Alternância de capinas:** é uma prática que consiste em alternar as capinas nas ruas de plantio.
- **Ceifa do mato:** a ceifa consiste em cortar as plantas invasoras a pequena altura, deixando o sistema radicular no solo. Nesse caso não há desagregação do solo, que facilita a erosão, não ocorre arranquio das raízes das plantas perenes, as plantas ficam sobre o solo, o que protege contra o impacto das gotas de chuva e ocasiona o sombreamento do solo, o que evita a queima da matéria orgânica.
- **Cobertura morta:** protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, diminui o escoamento superficial, além de incorporar matéria orgânica ao solo. Os resíduos deixados no solo também protegem o solo contra a erosão eólica.

A cobertura morta com palha ou resíduos vegetais diminui a temperatura do solo, reduz as perdas por evapotranspiração, o que contribui de forma significativa para a conservação da água.

**Faixas de bordadura e quebra-ventos:** as faixas de bordaduras consistem em faixas estreitas formadas com plantas de porte baixo, com o objetivo de conter os excessos de enxurrada. Por outro lado, os quebra-ventos consistem em barreiras densa de árvores e formam barreiras contra os ventos fortes. Protegem as plantas e o solo contra a erosão eólica. Os quebra-ventos devem ser instalados na direção perpendicular dos ventos dominantes, e deve-se utilizar diferentes espécies.

## 3.2 PRÁTICAS DE CARÁTER EDÁFICO

São práticas que controlam a erosão, melhoram a fertilidade do solo, reduzem a lixiviação de nutrientes e aumentam a matéria orgânica.

**Queimadas:** as queimadas são uma das formas de os produtores fazerem a limpeza da área, de maneira econômica e rápida. No entanto, os prejuízos ambientais e de conservação do solo são inestimáveis. Portanto, devemos adotar a postura de evitar o uso do fogo para a limpeza de áreas agrícolas e pastos, adotando as práticas mecânicas e edáficas para preservação do solo e da água.

**Adubação verde:** consiste no plantio de plantas que, após seu crescimento serão cortadas e incorporadas ao solo. As plantas utilizadas contribuem com as condições físicas do solo, com a adubação orgânica.

Geralmente, utiliza-se plantas da família das leguminosas, que incorporam nitrogênio. Exemplos de leguminosas que podem ser utilizadas: mucuna, feijão-de-porco, crotalarias, lablabe.

**Adubação química:** a adubação química deve ser realizada sempre que necessário, após a avaliação da análise de solo. Deve-se atentar para a época correta de aplicação, dar preferência ao parcelamento das adubações e sempre tomar muito cuidado com a lixiviação, volatilização e salinidade que os fertilizantes podem causar, dando preferência aos adubos de lenta liberação.

**Adubação orgânica:** a adubação orgânica exerce grande importância na manutenção da fertilidade do solo. A adição de compostos esterco, em geral, contribui para manter a fertilidade do solo e, além disso, ajuda a melhorar as condições físicas do solo, evitando assim perdas do solo e água por erosão. Também deve-se atentar às formas de aplicação, verificar se os esterco e compostos estão bem curtidos e decompostos, para evitar a contaminação do solo, das culturas, de rios e lençol freático.

**Calagem:** a calagem tem como objetivo a correção da acidez do solo. Esta correção se faz por meio da aplicação de cálcio no solo.

### 3.3 PRÁTICAS DE CARÁTER MECÂNICO

As práticas de caráter mecânico lançam mão de algumas modificações nas formas de plantio por meio de construções de algumas estruturas simples ou disposição dos cultivos de maneira menos prejudicial a estrutura do solo, buscando sempre diminuir os impactos causados pelas ações climáticas e de cultivo na área.

**Plantio em contorno:** o plantio em contorno é a disposição das fileiras de plantas em sentido transversal à pendente. Deve-se executar todas as operações de cultivo no sentido das curvas de nível. Esta prática é simples e serve como medida de controle eficiente da erosão e perda de solo, pois reduz a enxurrada e aumenta a produção da lavoura. É importante salientar que o plantio em contorno deve ser utilizado juntamente com outras práticas, como o terraceamento, principalmente em terrenos de topografia acidentada, regiões de chuvas intensas e em solos de grande erodibilidade.

**Distribuição racional dos caminhos:** esta prática consiste em realizar o traçado em contorno e nivelados. Os caminhos em contorno atuam como terraços e ajudam a evitar a erosão. É importante ter em mente que fazer o traçado no sentido da topografia do terreno e em favor das águas aumenta a erosão e a perda de solo, além de o produtor ter o risco de perda da safra também. Por isso, técnicos e produtores sempre devem ter em mente que práticas simples como estas contribuem para a preservação do solo e da água e evita a erosão.

**Terraceamento:** o terraço é uma prática eficiente para conter a erosão, no entanto, deve ser combinada com outras práticas, como o plantio em contorno, a confecção de camalhão ou canal. Outras práticas, como cobertura morta, também contribuem para evitar a erosão. Existem diversos tipos de terraços, entre eles o Mangum, o Nichols, o de base larga, de base estreita, o patamar, o individual. Vamos comentar apenas o terraço de base larga e o terraço de base estreita.

**Terraço de base larga:** este tipo de terraço pode ser utilizado tanto para culturas anuais como para culturas perenes e pastagens.

A vantagem do terraço de base larga é que não se perde a área de cultura anual que está sendo protegida. As áreas ocupadas pelo camalhão e pelo canal podem ser utilizadas para plantio. Este terraço é indicado para terrenos de até 12% de declividade. Pode ser implantado em terrenos de até 20% de declividade e também até 0,5%, em regiões que produzem grandes enxurradas.

**Terraços de base estreita:** são também conhecidos como cordões em contorno ou curvas de nível. Estes terraços são usados em terrenos de maior declividade. São mais indicados para proteção de culturas perenes, como cafezal, cacau. Mesmo que a cultura já esteja formada, pode-se fazer este terraço, pois a largura estreita permite o caminhamento entre as plantas. Esses terraços podem ser utilizados em declividades de até 40%.

Não são recomendados para culturas anuais, devido à inclinação do talude do camalhão e da valeta, que podem dificultar o trânsito de máquinas e prejudicar as culturas.

É importante salientar que para culturas perenes o espaçamento entre os terraços, tanto do terraço de base estreita, como os terraços de base larga, depende do tipo de solo e da declividade do terreno. O espaçamento será maior quanto mais permeável e menos erodível for o solo. E o espaçamento deverá ser menor, quanto maior a declividade do terreno.

## 4 PLANEJAMENTO CONSERVACIONISTA: CAPACIDADE DE USO DO SOLO

A classificação da capacidade de uso de solo é um método de manejo importante para a conservação do solo e da água e que garante a permanência do produtor no campo, pois avalia-se qual é o melhor uso para determinada área.

Para se fazer o planejamento de capacidade de uso do solo deve-se analisar as condições de solo, como: a declividade do solo, a drenagem, o clima, as características físicas do solo. Além das condições econômicas e sociais da região, como estradas, mercado, se agricultura familiar ou sistema de meeiros.

De acordo com Bertoni e Neto (2014), tem-se oito classes de uso da terra, sendo quatro classes de terras agricultáveis, três de terras de pastagens e reflorestamento e uma com terras impróprias para a produção.

A: terras cultiváveis

I- Terras cultiváveis, sem problemas de conservação.

II- Terras cultiváveis, com problemas simples de conservação.

III- Terras cultiváveis, com problemas complexos de conservação.

IV- Terras cultiváveis, porém apenas ocasionalmente. Sérios problemas de conservação.

B: Terras cultiváveis apenas em casos especiais. Culturas permanentes, pastagens ou reflorestamento.

V- Terras cultiváveis apenas em casos especiais. Culturas permanentes, pastagens ou reflorestamento. Sem necessidade de práticas especiais de conservação.

VI- Terras cultiváveis apenas em casos especiais. Culturas permanentes, pastagens ou reflorestamento. Com problemas simples de conservação.

VII- Terras cultiváveis apenas em casos especiais. Culturas permanentes, pastagens ou reflorestamento. Com problemas graves de conservação.

C: Terras impróprias para vegetação produtiva e próprias para proteção da fauna silvestre, para recreação ou para armazenamento de água.

VIII- Terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamento. Pode ser utilizada apenas para abrigo de fauna silvestre, ambiente para recreação ou para armazenamento de água.

## 5 DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE CAPACIDADE DE USO

Infelizmente, nem todos os solos são capazes de fornecer a estrutura e nutrição mínima para os cultivos agrícolas, pois apresentam algumas características que inviabilizam o seu uso, por isso os solos são subdivididos em classes, as quais indicam se o solo possui aptidão para receber cultivos agrícolas, quais são as atividades mínimas para a adequação desses solos as condições de cultivo e até mesmo se este é impossibilitado para fins agronômicos.

As classes variam de I a VIII e indicam para qual fim o solo é mais indicado.

Classe I: terras próprias para o cultivo, desde que não tenham impedimentos para os tratos culturais, como pedras, afloramentos rochosos, lençol de água permanente. É importante que nesses locais não tenha necessidade de controle da erosão. E que o solo possa suprir as necessidades de umidade e nutrientes para as culturas anuais.

Classe II: terras que necessitam de uma ou mais práticas especiais de fácil execução, como drenagem e algumas práticas conservacionistas, como plantios em contorno, culturas em faixas, controle de água.

Classe III: terras que requerem cuidados para que possam ser cultivadas. Estas terras são suscetíveis à erosão, contêm pedras e drenagem deficiente, o que demandam práticas especiais de manejo do solo.

Classe IV: terras que não devem ser utilizadas para cultivos contínuos, com produção de colheitas médias ou elevadas de culturas anuais. São caracterizadas por serem de declive íngreme, onde ocorre problemas de erosão, com presença de pedras e rochas.

Classe V: são caracterizadas por terras onde se recomenda não fazer o plantio de culturas anuais, no entanto, pode-se utilizar a área para culturas permanentes, como pastagens. Algumas áreas são planas e não ocorrem erosão, mas devido a alguns problemas, como de fertilidade, encharcamento, adversidade climática e afloramento de rochas, essas áreas não são recomendadas para os cultivos anuais.

Classe VI: as terras pertencentes a essa classe não são cultivadas com culturas anuais. Podem ser usadas com restrições aos cultivos permanentes, como florestas e pastagens. São caracterizadas por declividade excessiva e pequena profundidade do solo.

Classe VII: estas terras são consideradas impróprias para o plantio de culturas anuais e apresentam limitações às culturas permanentes, como pastagens e florestas, portanto, tem severas restrições de uso, independentes de práticas especiais.

Classe VIII: estas áreas são caracterizadas pela aridez, relevo acidentado, declivoso, encharcados ou severamente erodidos e arenosos. Dessa forma, essas terras servem apenas para a proteção e abrigo da fauna silvestre, para atividades recreativas ou armazenamento de água. Exemplos: encosta de morros, dunas e mangues.

TABELA 6 – UTILIZAÇÃO DAS TERRAS DE ACORDO COM A APTIDÃO AGRÍCOLA

| Grupo de aptidão agrícola | Preservação da flora e da fauna | Silvicultura e/ou pastagem natural | Pastagem plantada | Aumento da intensidade de uso |                 |             |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|
|                           |                                 |                                    |                   | Lavoura                       |                 |             |
|                           |                                 |                                    |                   | Aptidão restrita              | Aptidão regular | Aptidão boa |
| 1                         |                                 |                                    |                   |                               |                 |             |
| 2                         |                                 |                                    |                   |                               |                 |             |
| 3                         |                                 |                                    |                   |                               |                 |             |
| 4                         |                                 |                                    |                   |                               |                 |             |
| 5                         |                                 |                                    |                   |                               |                 |             |
| 6                         |                                 |                                    |                   |                               |                 |             |

FONTE: Gama (2004)

### 5.1 CLASSES DE DECLIVIDADE

O relevo do solo, que é o grau de inclinação de suas encostas ou declividade, é o principal condicionador dos atributos do perfil do solo, e assim, da sua capacidade de uso (LEPSCH et al., 2015). O declive é o gradiente da inclinação da superfície do solo a partir da horizontal, no campo, pode ser medido com um instrumento chamado clinômetro.

Classes da declividade, em porcentagem:

- Classe A: declives de 0 a 2%.
- Classe B: declives de 2 a 5 %.
- Classe C: declives entre 5 e 10%.
- Classe D: declives entre 10 e 15%.
- Classe E: declives entre 15 e 45%.
- Classe F: declives entre 45 e 70%.
- Classe G: declives superiores a 70%.

Descrição das classes de declividade:

- Classe A: formada por áreas planas ou quase planas onde o escoamento superficial ou a enxurrada é lenta. A inclinação do terreno não oferece impedimento algum ao uso de máquinas e a erosão é baixa.
- Classe B: encostas com declives suaves, com escoamento superficial lento ou médio. A inclinação não impede o uso de máquinas agrícolas.

Classe C: encostas com superfícies moderadamente inclinadas. O escoamento superficial é de médio a rápido. Nestes casos a inclinação também não impede o uso de máquinas agrícolas.

Classe D: nesta classe, as áreas são muito inclinadas, de escoamento superficial rápido, na maior parte dos solos. Nestes locais, as máquinas já apresentam dificuldades de trabalho.

Classe E: são áreas fortemente inclinadas, de escoamento superficial rápido. As máquinas transitam com dificuldades nesses locais.

Classe F: encostas íngremes de regiões montanhosas caracterizam esta classe. O escoamento superficial é rápido. Máquinas agrícolas são impedidas de trafegar nesses locais devido à declividade.

Classe G: nesta classe, encontram-se as áreas de relevo escarpado, muito íngreme. Nestes locais os solos são rasos e as rochas estão expostas.

Pode-se utilizar limites mais extensos para as classes de declividade, de acordo com a tabela a seguir.

TABELA 7 – CLASSES DE DECLIVIDADE COM LIMITES MAIORES

| Classes de declive              | Limites inferiores (%) | Limites superiores (%) |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| A: Solo plano ou quase plano    | 0                      | 3                      |
| B: Solo com inclinação suave    | 1                      | 8                      |
| C: Solo com moderada inclinação | 4                      | 16                     |
| D: Solo muito inclinado         | 10                     | 30                     |
| E: Solo fortemente inclinado    | 20                     | 60                     |
| F: Solo íngreme ou escarpado    | >45                    |                        |

FONTE: Adaptado de Lepsch et al. (2015)

## 5.2 GRAUS DE LIMITAÇÃO DE APTIDÃO DE USO DAS TERRAS

O fator limitante é um critério utilizado para identificar um fator ambiental que não possa ser modificado.

- Limitação pela fertilidade
  - Nula: pH 6,5 a 7.
  - Ligeira: pH 5,5 a 5,5.
  - Moderada: pH 5,0 a 5,5.
  - Forte: pH 4,5 a 5,0.
  - Muito forte: pH<4,5.
- Limitação pela falta de água no solo:
  - Nula: sem estiagem.
  - Ligeira: estiagem de 15 a 30 dias.
  - Moderada: estiagem de 30 a 60 dias.
  - Forte: estiagem de 60 a 90 dias.
  - Muito forte: estiagem de mais de 90 dias.

- Limitação pelo excesso de água no solo:

Nula: bem drenado.

Ligeira: moderadamente drenado.

Moderada: imperfeitamente drenado.

Forte: mal drenado.

Muito forte: muito mal drenado.

- Suscetibilidade à erosão:

Nula: 0 a 1%.

Ligeira: 0 a 3%.

Moderada: 3 a 15%.

Forte: 15 a 30%.

Muito forte: + de 30%.

- Limitação ao uso de máquinas agrícolas:

Nula: 100% mecanizável.

Ligeira: 70 a 90%.

Moderada: 40 a 60%.

Forte: 10 a 30%.

Muito forte: < 10%.

## 6 SISTEMAS DE MANEJO

O manejo do solo é a melhor solução para a conservação e preservação do solo e da água. Entretanto, o manejo deve ser realizado de forma planejada, programada e seguindo critérios técnicos rigidamente. Tratando-se de conservação do solo, diversas características devem ser observadas para o produtor e o técnico traçar o manejo.

Bertoni e Neto (2014) detalham as características físicas do solo que devem ser observadas para o planejamento do manejo.

A topografia é uma das principais características, pois influencia grandemente a drenagem natural dos solos. Terras de baixada, onde a drenagem é lenta, a aeração reduz e ocorre o acúmulo de matéria orgânica.

A coloração do solo também é uma característica importante na definição do manejo do solo. A cor é devido à topografia e drenagem natural. As terras altas, se bem drenadas, são de coloração clara. Terras de baixadas, não drenagem, são escuras, devido à matéria orgânica.

O clima também influencia nas características do solo e é importante fator de manejo. Nas regiões de clima quente e úmido o intemperismo causa a lixiviação dos nutrientes. Nas regiões de clima frio, a intensidade do intemperismo é menor, a decomposição da matéria orgânica é mais lenta, e a lixiviação dos nutrientes é menor, ocasionando maior fertilidade do solo.

As frações granulométricas do solo também são importantes no manejo do solo. Os minerais de argila, que são quimicamente ativos, adsorvem os cátions. A areia é inerte, e não tem propriedades químicas relevantes. A matéria orgânica tem participação importante na capacidade de troca da solução do solo, contribuindo para um manejo eficiente do solo.

A estrutura também é um fator relevante no manejo do solo. Esta característica determina a facilidade de trabalho, a permeabilidade à água, a resistência à erosão e o desenvolvimento das plantas. As práticas de manejo podem modificar a estrutura do solo. Algumas práticas são benéficas à estrutura do solo, como o plantio de leguminosas, que melhora a estrutura e a estabilidade dos agregados. A incorporação de matéria orgânica contribui para a correção da estrutura argilosa. A calagem ajuda na floculação da argila.

A porosidade tem importância na aeração e desenvolvimento das raízes e está diretamente relacionado com a textura do solo. Solos com textura fina tem maior porosidade, porém deve-se ter cuidado com a aeração. Os solos arenosos têm menor porosidade e não tem problemas de aeração. Algumas práticas de manejo podem aumentar ou diminuir a porosidade. A redução da matéria orgânica e a compactação do solo reduzem a porosidade do solo. No entanto, práticas que melhoram a estrutura melhoram a aeração. A rotação de culturas, a manutenção da matéria orgânica e a incorporação de restos culturais melhora a aeração e o desenvolvimento das raízes.

A permeabilidade também tem relevante importância no manejo do solo, pois é a capacidade de infiltração da água no solo. Esta propriedade está relacionada à porosidade. Nos solos arenosos a permeabilidade é rápida, pois tem grande quantidade de poros. Nos solos argilosos a permeabilidade é lenta, pois a microporosidade atua mais fortemente.

## LEITURA COMPLEMENTAR

### NOÇÕES SOBRE TIPOS DE ESTRUTURA DO SOLO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O MANEJO CONSERVACIONISTA

Cláudio Lucas Capeche

#### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo é grande a diversidade dos tipos de solos, cada um com características químicas, físicas, morfológicas e biológicas próprias, o que lhes confere aptidão de uso e manejo distintas.

Essas características, quando associadas a outros fatores ambientais como, por exemplo, clima e relevo, além de variedades/cultivares, disponibilidade de insumos, oportunidade de agronegócios (mercado interno e exportação), determinam o tipo adequado de cultura para ser cultivado em cada solo.

Dentre as características físicas do solo mais importantes, relacionadas ao uso e manejo, está a estrutura, a qual resulta da agregação das partículas primárias do solo (areia, silte e argila) com outros componentes minerais e orgânicos (calcário, sais, matéria orgânica, entre outros). A agregação origina unidades estruturais compostas, chamadas de macro e microagregados do solo.

O agrupamento dos agregados do solo, organizados numa forma geométrica definida, constitui a estrutura do solo.

#### 2 CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO

A estrutura pode ser classificada quanto à forma, tamanho e grau de desenvolvimento.

##### 2.1 Forma

A forma da estrutura do solo corresponde à sua geometria e é resultado da intensidade das forças de coesão entre as partículas minerais e orgânicas, bem como da ação física e química dos macro e micro-organismos vegetais e animais.

As cargas interativas positivas e negativas da superfície das partículas promovem atração e repulsão entre elas e determinam a intensidade com que se unem. A qualidade e a quantidade dessas cargas variam de acordo com os tipos de minerais presentes no solo (tipo da argila, por exemplo – se de atividade baixa ou alta, óxidos de ferro e alumínio, sais), pH, entre outras características pedológicas.

### 2.1.1 Estrutura laminar

As partículas do solo estão arranjadas em agregados cujas dimensões horizontais são maiores que as verticais, isto é, apresentam a aparência de lâminas. Embora as lâminas possam ter espessura variável, esta não ultrapassa a dimensão de seu comprimento.

A estrutura laminar ocorre com mais frequência nos horizontes e camadas mais superficiais dos solos, entretanto, algumas vezes pode ser encontrada em horizontes mais profundos.

Embora pouco comum, a estrutura laminar pode ocorrer nos solos denominados ARGISSOLO e PLANOSSOLO, sendo observada nos horizontes A, E ou C. Ela pode ser originada de processos pedogenéticos ou por compactação causada pelo uso e manejo do solo.

### 2.1.2 Estrutura prismática

As partículas do solo estão organizadas em agregados cuja dimensão vertical é maior que a lateral, conferindo-lhes uma forma de prisma ou coluna. As faces verticais são relativamente planas.

Esse tipo de estrutura pode ser dividido ainda em: prismática – quando apresenta a extremidade superior plana; colunar – tem forma de coluna, com a extremidade superior arredondada.

Esses tipos de estrutura são mais comuns nos horizontes subsuperficiais do solo. Normalmente estão relacionados com presença de argilas de atividade alta, as quais apresentam expansão e contração mais acentuadas por efeito dos ciclos de umedecimento e secagem do solo.

A ocorrência de estrutura prismática é comum nos solos conhecidos por NITOSSOLO e LUVISSOLO e a estrutura colunar é típica do PLANOSSOLO NÁTRICO.

### 2.1.3 Estrutura em blocos

A característica predominante desse tipo de estrutura é a igualdade aproximada de sua altura, largura e espessura, conferindo-lhe três dimensões quase iguais, com as faces planas ou subarredondadas. Ela pode ser dividida ainda em: blocos angulares – as faces da estrutura possuem ângulos vivos; blocos subangulares – os ângulos entre as faces são menos definidos e estas um pouco mais arredondadas.

Estes tipos de estrutura são mais comuns nos horizontes subsuperficiais do solo, os quais apresentam maior expressão dos processos de formação do solo.

A estrutura em blocos é mais comum de ser encontrada nos ARGISSOLOS, NITOSSOLOS e CHERNOSSOLOS, sendo, geralmente, mais frequente em horizontes subsuperficiais.

#### 2.1.4 Estrutura granular

As três dimensões são aproximadamente iguais e a superfície é arredondada. É mais comum nos horizontes próximos a superfície do solo, formando grumos. A formação destas estruturas está intimamente ligada à presença de matéria orgânica e à atividade biológica no solo. É típica também dos horizontes B de solos ricos em óxidos de ferro e alumínio.

A estrutura granular é comum de ser encontrada nos solos com horizontes superficiais do tipo A chernozêmico, A moderado e A proeminente, assim como no horizonte B dos LATOSSOLOS mais típicos.

#### 2.2 Tamanho

O tamanho das unidades estruturais varia de menos de 1 mm a vários centímetros e pode ser classificado em: muito pequeno, pequeno, médio, grande e muito grande. Ele é influenciado pelo tipo dos minerais do solo (tipo de argila, óxidos), presença de sais, matéria orgânica, atividade biológica, ciclo de umedecimento e secagem, textura do solo, entre outros.

Um fator muito importante que afeta o tamanho da estrutura, principalmente nas camadas superficiais, é o tipo de manejo que se emprega no solo. O sistema tradicional, e intensivo, de preparo do solo, através de aração e gradagem, causa a quebra dos agregados e, conseqüentemente, das unidades estruturais, reduzindo seu tamanho.

O impacto da chuva na superfície do solo sem cobertura vegetal (desmatamento, queimadas, preparo convencional), também propicia a redução do tamanho das unidades estruturais das camadas superficiais, processo agravado pelo efeito da enxurrada que, ao carregar os agregados, promove seu rolamento e, portanto, a redução de tamanho, à semelhança do que ocorre com os seixos rolados nos cursos dos rios e córregos.

A compactação do solo ao dificultar a infiltração da água promove maior acúmulo de umidade na superfície, podendo levar ao encharcamento do solo. Em tal condição de acúmulo de água os agregados passam a oferecer menor resistência à deformação e ficam mais susceptíveis à desagregação, o que afeta o tamanho das unidades estruturais superficiais.

#### 2.3 Grau de desenvolvimento

Reflete a condição de coesão dentro e entre os agregados, isto é, a força com que as partículas minerais e orgânicas estão unidas, e pode ser dividida em:

sem estrutura (grãos simples ou maciça); com estrutura (grau de desenvolvimento fraco, moderado ou forte).

### 2.3.1 Sem estrutura

Se caracteriza pela ausência de uma organização estrutural definida, conforme classificação anterior (laminar, blocos, prismática ou granular). As partículas do solo estão unidas apenas por contato físico, sem influência de cargas negativas ou positivas, e tem como exemplo típico a areia de praia.

### 2.3.2 Com estrutura

Está relacionado com o nível de estabilidade dos agregados do solo. A classificação pode ser “fraca”, quando corresponde a uma pequena força de união entre os agregados e, à medida que ela aumenta, é classificada em “moderada” e “forte”.

Normalmente, um solo cujos agregados possuem um grau de desenvolvimento forte resiste de forma mais efetiva à erosividade (ação da erosão causada tanto pelo impacto da chuva quanto pelo arraste causado pela enxurrada). Ao contrário, quanto menor o grau de desenvolvimento, mais intensa é a erosividade. Isto ocorre porque solos com boa estruturação, além de resistir melhor ao impacto da chuva, favorece a infiltração da água reduzindo a erosão por escorrimento (enxurrada).

## 3 RELAÇÃO DA ESTRUTURA COM A DINÂMICA DA ÁGUA NO SOLO E O CRESCIMENTO VEGETAL

A relação da estrutura com a dinâmica da água no solo e o crescimento vegetal se reflete, principalmente em:

- Melhor infiltração e armazenamento da água no solo (chuva ou irrigação). Um solo bem estruturado possibilita uma boa e rápida infiltração da água da chuva, evitando o acúmulo superficial que favorece o escorrimento e a erosão. Possibilita também que a água, ao alcançar o interior do solo, fique armazenada mais profundamente e disponível para as raízes, no caso de estiagem prolongada.

- Maior espaço poroso para as trocas gasosas do sistema radicular (porosidade do solo)

- Maior atividade biológica no solo (macro e microrganismos). A atividade biológica de macro e microrganismos, bem como o crescimento do sistema radicular das plantas é beneficiada, pois a presença de macroporos garante boa aeração.

- Maior resistência à erosão. No solo bem estruturado as partículas do solo e agregados sofrem menos com a ação do impacto da chuva e escorrimento da enxurrada.

- Maior resistência à compactação.
- Maior eficácia dos corretivos da fertilidade do solo e aproveitamento dos fertilizantes pelas plantas, devido às condições de aeração, umidade, crescimento das raízes e atividade macro e microbiológica.
- Maior rapidez na decomposição dos resíduos orgânicos e consequente liberação de nutrientes, devido à maior atividade biológica.

Um requisito muito importante para se manter um solo agrícola bem estruturado é fazer o seu manejo de forma adequada, utilizando as práticas conservacionistas como plantio direto, terraceamento, bacias de retenção, rotação de culturas, cobertura morta, análise de fertilidade do solo, plantio em nível, uso correto de agroquímicos (agrotóxicos, herbicidas e fertilizantes químicos e orgânicos), manejo integrado de pragas, sistema de irrigação eficiente, variedades e cultivares adaptados para a região, entre outros.

#### 4 REFERÊNCIAS

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1993. 1 v. (Manual técnico, n. 41). v. 4: Tecnologias disponíveis para controlar o escoamento superficial do solo.

BERTOLINI, D.; KROLL, F. M.; LOMBARDI NETO, F.; CRESTANA, M. de S. M.; DRUGOWICH, M. I.; ELIAS, R.; CORRÊA, R. O.; BELLINAZZI JUNIOR, R. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994. 128 p. (Manual técnico, n. 42). v. 5. Tecnologias disponíveis para a implantação de técnicas complementares no solo.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, São Paulo: Ícone, 1990, 355 p.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. Rio de Janeiro: USAID, 1967. 594 p.

CONSERVAÇÃO de solos e meio ambiente. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n. 176, 1992.

EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Práticas de conservação de solos. Rio de Janeiro, RJ. 1980. 88 p. (SNLCS. Série Miscelânea, 3).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.

**Definição e notação de horizontes e camadas do solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1988. 54 p. (Documentos, 3).

KIEL, E. J. Manual de edafologia. **Relações solo-planta.** São Paulo: Editora Agronômica CERES, 1979. 264 p.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 2. ed. Campinas: SBCS; Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1982. 46 p.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1996. 83 p.

MANEJO do Solo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, 1987.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água:** projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2. ed. rev., atual. e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e o plantio direto.** Brasília: Embrapa-SPI, 1997. 116 p.

SCHULTZ, L. A. **Métodos de conservação do solo.** Porto Alegre: Sagra, 1983. 76 p.

# RESUMO DO TÓPICO 3

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A erosão é um dos principais problemas na conversão do solo. A erosão pode ser geológica, hídrica ou eólica.
- A erosão geológica é natural, acontece todos os dias na Terra.
- A erosão hídrica é causada pela água. É acelerada quando o solo está desprotegido. Pode ser de três tipos: laminar, sulcos ou voçoroca.
  - A erosão laminar é a remoção da camada superficial do solo. É difícil de ser identificadas e é imperceptível.
  - A erosão em sulcos é devido às irregularidades do terreno. É causada por chuvas intensas e quando o solo está desprovido da cobertura vegetal.
  - A erosão em voçorocas é causada por grande volume de água, concentradas em algum local.
- A erosão eólica é devido a ventos fortes, ocorre com mais frequência em áreas planas, onde a vegetação é escassa. A erosão eólica pode ser litorânea e continental.
- Diversos fatores influenciam a erosão, entre eles a chuva, a velocidade de infiltração, a topografia do terreno e a cobertura do solo.
- Diversas práticas são recomendadas para a conservação do solo, dentre elas as práticas de caráter vegetativo, edáficas e mecânicas.
- As práticas vegetativas são: o reflorestamento e florestamento, as pastagens, as plantas de cobertura, a cultura em faixas, os cordões de vegetação permanente, a alternância de capinas, a ceifa do mato, a cobertura morta e as faixas de bordadura e quebra-ventos.
- As práticas edáficas são: as queimadas, a adubação verde, a adubação química, a adubação orgânica e a calagem.
- As práticas de caráter mecânicos são: o plantio em contorno, a distribuição racional dos caminhos e o terraceamento.
- Com o objetivo de conservação do solo foram propostos a classificação das terras de acordo com a sua aptidão, evitando assim o mal-uso do solo.
- A classificação da capacidade de uso do solo é um planejamento para o melhor uso da terra. Dessa forma, o produtor pode distribuir melhor suas terras para cada cultivo.

- Tem-se oito classes de uso da terra, quatro de terras agricultáveis, três de terras de pastagens e reflorestamento e uma para conservação da fauna e água.
- Os sistemas de manejo são práticas fundamentais para a conservação do solo e da água nas propriedades agrícolas. Diversas características do solo devem ser observadas e de acordo com cada uma delas deve-se aplicar a melhor forma de manejo.
- A topografia do terreno, a colocação do solo, o clima da região, as frações granulométricas preponderantes, a estrutura, a porosidade e a permeabilidade são características fundamentais que devem ser observadas para o manejo adequado do solo.



Chegamos ao final de mais um tópico, e agora vamos avaliar nossos conhecimentos, respondendo à questão apresentada a seguir.

1 Com base nas afirmativas, assinale a alternativa correta:

- I- A erosão geológica é aquela causada pela ação antrópica e tem acelerado o processo de destruição dos solos.
- II- A cobertura do solo tem papel importante na proteção do solo, pois protege o solo contra o impacto da gota da chuva.
- III- As práticas conservacionistas de caráter vegetativo contribuem para a proteção do solo, são práticas de baixo custo e o produtor pode fazer na propriedade.
- IV- Somente as práticas mecânicas contribuem para a proteção do solo contra a erosão.
- V- A classe I de capacidade de uso do solo engloba terras próprias para o cultivo, desde que não tenha impedimentos para os tratos culturais, como pedra, afloramentos rochosos, lençol de água permanente.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas II e III são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II, II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.



# FITOTECNIA E SUAS SUBÁREAS

## OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

**A partir do estudo desta unidade, você deverá ser capaz de:**

- compreender as características ambientais que interferem no desenvolvimento das plantas;
- compreender as etapas de formação, a estrutura e a composição química das sementes;
- conhecer as principais práticas culturais;
- compreender o processo de colheita e os fatores envolvidos na conservação pós-colheita;
- ter noção do processo de comercialização.

## PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em seis tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – AGROMETEOROLOGIA

TÓPICO 2 – SEMENTES E GRÃO

TÓPICO 3 – HORTICULTURA

TÓPICO 4 – FRUTICULTURA

TÓPICO 5 – SILVICULTURA

TÓPICO 6 – ECOLOGIA





## 1 INTRODUÇÃO

Assim como a grande totalidade dos seres vivos, as plantas são altamente influenciadas pelas características climáticas dos ambientes em que estão inseridas, pois estas características interferem diretamente no seu ciclo de vida, no que se refere ao seu crescimento, desenvolvimento e capacidade de perpetuação da espécie.

Como a agricultura se baseia no uso e cultivo racional das plantas para a obtenção de produtos e subprodutos, um dos fatores que deve ser primeiramente observado é o fator climático.

Segundo Monteiro e Sentelhas (2009), a agricultura é a atividade econômica que possui maior dependência dos fatores climáticos, devido a estes afetarem diretamente nos processos metabólicos e na sanidade das plantas, pois algumas características climáticas podem aumentar a susceptibilidade a pragas e doenças devido a mudanças nos processos de interação com os microrganismos e insetos, podendo assim afetar a produtividade esperada.

Diante disso, a Agrometeorologia ou Meteorologia Agrícola é definida por Monteiro (2009) como uma ciência multidisciplinar, a qual reúne diversas áreas do conhecimento que proporcionam o entendimento das relações entre o ambiente físico e as atividades agrícolas que culminam no desenvolvimento de práticas de manejo adequadas.

Outra definição amplamente usada é a descrita por Smith (1975), que define a Meteorologia Agrícola como a disponibilização da ciência meteorológica em sua plenitude para a melhoria do uso da terra, ajudando assim na obtenção máxima de alimentos, evitando abusos irreversíveis dos recursos da terra.

Um consenso entre todos os pesquisadores da área é que a agrometeorologia é uma ferramenta atual, dinâmica e amplamente empregada na agricultura, principalmente na agricultura de precisão, pois se faz necessário que os impactos ao ambiente sejam reduzidos e as condições climáticas sejam entendidas para que possam ser feitas as adaptações pertinentes, a fim de continuar o desenvolvimento sustentável da agricultura.

## 2 TEMPERATURA DO AR E DO SOLO

Os aspectos ou características ambientais podem interferir diretamente no desenvolvimento das plantas, fatores como temperatura e luminosidade podem contribuir de forma benéfica ou não nos cultivos agrícolas (SANTOS; SEABRA JÚNIOR; NUNES, 2010).

Faz-se necessário o conhecimento da temperatura do ar e do solo e como podemos as adequar para que os cultivos agrícolas sejam eficientes. A temperatura do solo possui uma maior influência no ciclo de vida das plantas quando relacionada com a temperatura do ar, algumas plantas suportam baixíssimas temperaturas do ar, mas o seu sistema radicular não possui a mesma capacidade, mostrando que se a temperatura do solo não fosse superior à do ar algumas regiões muito frias não possuiriam vegetação.

O comportamento térmico do solo se dá através do aquecimento da superfície deste pela radiação solar e posteriormente a condução do calor sensível para as partes mais profundas, fazendo com que o solo fique mais aquecido durante o dia, quando chega a noite a superfície fica mais fria e o ciclo se inverte fazendo com que o fluxo do calor parta do interior para a superfície.

A temperatura do solo sofre influência de diversos fatores, sendo estes fatores externos ou intrínsecos, dentro dos fatores externos são encontrados principalmente os meteorológicos, como a irradiância solar, vento, chuva e temperatura do ar, já dentro dos fatores intrínsecos do solo pode-se citar o tipo de solo, relevo e cobertura (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2012).

Para que as informações de temperatura de solo sejam conhecidas, usam-se equipamentos como os geotermômetros, que se baseiam numa coluna de mercúrio, geralmente esses aparelhos são instalados a profundidades de 2, 5, 10, 40 e 100 cm, mas também são encontrados outros dispositivos, como os termistores e termopares, que também analisam as temperaturas do solo (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2012).

Pode-se indicar a dependência de muitos processos metabólicos das plantas à temperatura do ar, pois grande parte do crescimento e desenvolvimento destas necessita que a temperatura esteja dentro de um intervalo que seja confortável às plantas. A temperatura do ar possui variações, essas variações podem ocorrer ao longo de um dia, entre estações ou entre anos, variando sempre entre uma temperatura mínima e uma máxima.

As variações na temperatura do ar se dão pelo aquecimento da atmosfera causado pela radiação solar, esse aquecimento ocorre por transporte de calor sensível por meio de condução molecular e difusão turbulenta, assim como a temperatura do solo, a temperatura do ar é determinada por fatores, principalmente os fatores atmosféricos relacionados à altitude, latitude, massas de ar e frentes e a fatores do solo como relevo, cobertura e exposição (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2012).

A temperatura do ar é medida principalmente em abrigos meteorológicos, que geralmente ficam à altura de 1,5 a 2 m. As estações meteorológicas podem ser convencionais ou automáticas, a primeira necessita de pessoas para a coleta de dados, já as automáticas são capazes de coletar e enviar os dados para os centros de estudo sem a necessidade de ter um operador no local. São utilizados termômetros, termógrafos, termoeletrônicos e termistores para a medição da variação da temperatura do ar, cada um dos aparelhos se baseia em diferentes sensores, como metais e materiais semicondutores (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2012).

### 3 EVAPORAÇÃO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO

O estudo de perda d'água de qualquer superfície, seja ela o solo, um canal ou uma folha, é de extrema importância para as atividades desenvolvidas pelo homem, principalmente quando estão relacionadas às atividades agrícolas, pois a água é um fator essencial para o desenvolvimento das plantas e a falta dela limita a produção.

Entende-se por evaporação o processo físico em que um líquido passa para o estado gasoso, de forma natural esse processo ocorre em oceanos, lagos, rios, superfície da folha e nos solos. A transpiração, por sua vez, consiste na perda de vapor d'água pelas plantas, esse processo ocorre na folha por meio de difusão, sendo os estômatos a organela responsável pela regulação da saída de água do interior da folha (PERREIRA; ANGELOCCI; CENTELHAS, 2007).

A evapotranspiração é um conceito proposto por Thornthwaite (1940) que indica o somatório da evaporação da água do solo com a transpiração das plantas. Esse conceito aplica-se não só à agrometeorologia, mas também a hidrologia e climatologia, pois a água é fator de estudo em todos os processos destas ciências (CARVALHO et al., 2011).

A evapotranspiração (ET) é influenciada por diversos fatores que podem ser divididos em três grupos, os fatores climáticos, das plantas e os de manejo do solo. Pereira, Angelocci e Sentelhas (2007) indicam que fatores climáticos como radiação líquida, ventos, umidade relativa do ar e temperatura são determinantes para a ET, assim como a espécie vegetal, altura e desenvolvimento destas e como estão sendo manejadas no que tange ao espaçamento, densidade e orientação do plantio.

Os métodos mais utilizados para a medição da evaporação são os tanques de evaporação, como o tanque classe A, que consiste na utilização de tanques de metal galvanizado que possibilitam observar quanto de água foi perdida para o ambiente na forma de vapor, mas além dos tanques de evaporação, que são os mais utilizados no Brasil, pode-se fazer a análise de evaporação com o uso de atmômetros, que são evaporímetros, que possuem uma superfície com poros onde se faz possível analisar também a perda de água (CARVALHO; SILVA, 2008).

Para a ET já foram desenvolvidos diversos métodos, sendo esses métodos diretos como os tanques evapotranspirômetros e os baseados em parcelas experimentais, ou os métodos indiretos que necessitam do uso de uma constante para se chegar ao valor exato de perda de água, essa constante é dependente da região e do método aplicado, sendo que cada um dos métodos indiretos possui sua constante específica (CARVALHO; SILVA, 2008).

## 4 PRECIPITAÇÃO ATMOSFÉRICA E BALANÇO HÍDRICO

De uma forma simples e ampla a precipitação atmosférica ou a chuva consiste no processo de deposição do vapor d'água sobre o solo, essa deposição ocorre por meio de chuvas, neblina, orvalho, neve, granizo ou geada, ou seja, o vapor d'água da atmosfera volta para o solo. Alguns elementos são imprescindíveis para a formação das precipitações, pode-se ter como exemplo a umidade atmosférica, que é resultado da evapotranspiração, os mecanismos de resfriamento do ar, pois quando o ar se encontra mais frio ele diminui a capacidade de armazenar o vapor d'água, resultando na precipitação deste, outro fator importante são os mecanismos que possibilitam o crescimento das gotas, proporcionando a formação de gotas maiores e condensação de vapor em pequenas gotas d'água (CARVALHO; SILVA, 2008).

As precipitações, quando combinadas com a evaporação e evapotranspiração se tornam bases para o entendimento do ciclo hidrológico, pois se pode compreender quanto é importante a energia que vem do vapor d'água para os processos de troca de energia na atmosfera (CIIAGRO, s.d.).

Thornthwaite (1948) conseguiu, através dos seus experimentos, avaliar a quantidade de água perdida pelo solo e pelas plantas, assim como o que foi precipitado na área de estudo, e propôs que o solo é um centro de armazenamento de água e que essa água é retirada pelas plantas, formando assim os primeiros conceitos de balanço hídrico.

Atualmente, quando se refere ao balanço hídrico, estudam-se as saídas e entradas de água no solo, para um modelo de balanço hídrico e climatológico de um solo que possui vegetação pode-se indicar a precipitação, irrigação ascensão capilar e drenagem como fatores de entrada de água no solo e a evapotranspiração, drenagens e escorrimientos como formas de saída, quando se procedem as análises de forma correta é possível contabilizar a variação de armazenamento de água no solo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

## 5 APLICAÇÕES DA METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA NA AGROPECUÁRIA

O planeta tem passado por inúmeras mudanças e uma das principais é o aumento populacional, o que implica a demanda por mais alimentos, junto a esta demanda tem-se buscado o consumo de alimentos saudáveis e livres de produtos que possam vir a influenciar negativamente na saúde humana e a agricultura de precisão tem ganhado cada dia mais espaço, o Brasil como uma potência agropecuária vem buscando driblar as adversidades climáticas com estudos que possam vir a melhorar as condições ambientais adversas (SOUZA, 2013).

Nos estudos climáticos relacionados às atividades agropecuárias pode-se encontrar as aplicações diretas da agrometeorologia. Dalmago et al. (2014) indicam as possibilidades da aplicabilidade dos estudos de microclimas numa lavoura de grãos. A formação de microclimas pode funcionar como uma porta de entrada para doenças e pragas, podendo trazer grandes prejuízos às lavouras, pois os agentes causadores encontram nesses ambientes as condições ideais para o seu desenvolvimento, entretanto, quando se identifica a presença desses microambientes pode-se lançar mão de estratégias para reduzir a presença desses agentes, reduzindo assim os possíveis danos.

Outra importante aplicação dos estudos agrometeorológicos é o uso das informações diárias de clima, temperatura e índices pluviométricos para o planejamento da atividade agrícola. Com base nas exigências das culturas planeja-se a semeadura, pois a partir dela é possível estabelecer as próximas etapas, como a época de florescimento e frutificação, evitando que nessas épocas tão importantes a área esteja passando por um déficit hídrico ou um baixo índice de radiação que possa influenciar o nível fotossintético no enchimento dos grãos e frutos (BATTISTI, 2017).

Além das informações de pluviometria e temperatura, outros campos de estudo da climatologia como a ocorrência de ventos e geadas são muito importantes para a agricultura, pois esses eventos meteorológicos precisam ser contornados já que trazem inúmeros prejuízos aos cultivos agrícolas quando ocorrem em alta intensidade. Na pecuária, uma das principais aplicações meteorológica agrícola se encontra na busca de um ambiente ideal que leve ao conforto térmico dos animais, os levando a se desenvolver de forma mais saudável e rendendo uma maior qualidade de carne e subprodutos (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

O domínio do conhecimento e da previsão de efeitos climáticos, antes mesmo que ocorram, podem evitar grandes perdas, pois a cada dia as pesquisas buscam formas de controles eficazes para os eventuais problemas, fazendo com que a produção atenda à demanda de alimentos.



Leia os materiais:

OLIVEIRA, A. S. de; KUHN, D.; SILVA, G. P. **A irrigação e a relação solo-planta-atmosfera**. Recife: LK Editora, 2006, 88p.

BATTISTI, R. **Agrometeorologia**: seis exemplos de aplicações práticas no planejamento agrícola, 2017. Disponível em: <<http://www.blogagrobasf.com.br/noticia?id=465>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

# RESUMO DO TÓPICO 1

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- As plantas são influenciadas pelas condições climáticas, pois interferem no ciclo de vida, crescimento e capacidade de perpetuação da espécie.
- A agricultura é a atividade econômica mais afetada pelas condições climáticas, pois afeta os processos metabólicos e a sanidade das plantas.
- A agrometeorologia é uma ferramenta atual, que tem mudado constantemente e foi empregada na agricultura de forma ampla.
- Para algumas plantas, a temperatura do solo é mais importante que a temperatura do ar, pois o sistema radicular não tem a mesma capacidade de suportar as variações de temperatura.
- A temperatura do solo sofre influência de diversos fatores meteorológicos, como irradiância, vento, chuva e a temperatura do ar.
- Muitos processos metabólicos da planta dependem da temperatura do ar.
- A temperatura do ar é medida em abrigos meteorológicos, a 1,5 m de altura. Numa estação meteorológica são utilizados diversos equipamentos, como termômetros, termógrafos, termoeletricos e termistores.
- A evaporação é o processo em que o líquido passa para o estado gasoso. Este processo ocorre nos oceanos, lagos, rios, superfície da fola e nos solos.
- A transpiração é a perda de vapor d'água pelas plantas.
- A evapotranspiração é o somatório da evaporação da água do solo e a transpiração das plantas.
- A evapotranspiração é influenciada pelos fatores climáticos, das plantas e de manejo do solo.
- O método mais utilizado para medição da evaporação é o tanque classe A.
- A precipitação atmosférica consiste no processo de deposição do vapor d'água sobre o solo, que ocorre por meio de chuvas, neblina, orvalho, neve, granizo ou geada.

- Nos estudos climáticos relacionados às atividades agropecuárias encontram-se as aplicações diretas da agrometeorologia.
- O estudo de microclimas numa lavoura pode evitar a entrada de patógenos na área.
- As informações diárias de clima, temperatura e índices pluviométricos contribuem para o planejamento da atividade agrícola.
- O domínio da previsão dos efeitos climáticos pode evitar muitas perdas, seja na agricultura ou nas cidades.



1 Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta:

- I- A agrometeorologia é uma ciência multidisciplinar, que reúne várias áreas do conhecimento e contribui para entender as relações do ambiente físico e as atividades agrícolas.
- II- A temperatura do solo sofre a influência de vários fatores, como irradiância solar, vento, chuva, temperatura, tipo de solo, relevo e cobertura.
- III- A evaporação é o processo físico em que um sólido passa para o estado líquido. Esse processo ocorre de forma natural em oceanos, rios, lagos, superfície do solo e das folhas.
- IV- A evapotranspiração é influenciada por diversos fatores, como os climáticos (radiação líquida, ventos, UR e temperatura).
- V- A precipitação atmosférica ou a chuva é o processo de deposição do vapor d'água sobre o solo, que ocorre por meio de chuvas, neblina, orvalho, neve, granizo ou geada, assim, o vapor d'água da atmosfera volta para o solo.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I, II, IV e V são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas I, II e IV são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.

2 Cite quais são as aplicações da meteorologia e climatologia na agricultura. Descreva duas dessas aplicações.





## 1 INTRODUÇÃO

As sementes são as principais formas de dispersão e disseminação da maioria das espécies vegetais. O sucesso da semente se deve à dormência e aos mecanismos de dispersão, como espinhos, pelos e asas.

O mecanismo de dormência impede que todas as sementes germinem ao mesmo tempo, após a maturação.

O mecanismo de dispersão é a distribuição das sementes no espaço. Isso contribui para a heterogeneidade das populações. A heterogeneidade ou diversidade é que colaborou para a manutenção dos vegetais na Terra.

## 2 FORMAÇÃO, ESTRUTURAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

Semente, em nível botânico, é definida como um óvulo maduro e fecundado, cujo em seu interior abriga uma planta em seu estágio embrionário, junto a esta pode haver ou não substâncias de reserva que possuem a função de fornecer nutrientes essenciais para o desenvolvimento inicial das plantas, geralmente, as sementes são protegidas por um ou dois envoltórios. Alguns outros órgãos das plantas são usualmente denominados de sementes, entre esses órgãos podem ser citados os tubérculos de batata ou batatas sementes, bulbilhos de alho e esporos de samambaias (LIMA; SILVA; CASTRO 2006).

### 2.1 FORMAÇÃO DAS SEMENTES

As angiospermas contêm um órgão que protege a semente. Este órgão é a flor. Diversas estruturas estão relacionadas com a gametogênese (formação dos gametas) e a esporogênese.

Na flor temos as pétalas e sépalas, que fazem parte do cálice e da corola. Estes formam o perianto, que são responsáveis pela proteção e pela polinização.

O conjunto de estames constituem o androceu, que é o órgão reprodutor masculino. O androceu é o responsável pelo desenvolvimento dos gametófitos masculinos, o grão de pólen, a partir de micrósporos, originados em microsporângios (os sacos polínicos), nos estames. Cada estame é composto de um filete e de uma antera. O filete é unido a uma porção estéril, chamada conectivo; e as tecas são duas partes marginais, que contêm os sacos polínicos. O estilete é um pedúnculo delgado, em que cresce o tubo polínico até o estigma, que é uma extremidade alargada, onde estão aderidos os grãos de pólen.

O conjunto de carpelos compõem o gineceu, que é o órgão reprodutor feminino. Os carpelos são responsáveis pela esporogênese, que é o desenvolvimento dos gametófitos femininos (sacos embrionários), a partir de megásporos originados em megasporângios (nucela dos óvulos), nos carpelos. O gineceu é composto por um ou mais carpelos, o ovário fica na parte basal alargada, onde estão os óvulos. Do óvulo fecundado desenvolve-se a semente, que está contida no interior de um fruto (resultante do desenvolvimento do ovário).

O óvulo, também chamado de megasporângio, é o precursor da semente. O óvulo apresenta as seguintes estruturas: pedúnculo, tegumentos e a nucela: o pedúnculo ou funículo está unido à placenta. Os tegumentos são os envoltórios. A nucela é um conjunto de células no interior do óvulo. Na maioria das espécies vegetais, a nucela é consumida durante a formação do saco embrionário e do endosperma.

QUADRO 8 – DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS PARTES DE UMA FLOR DE ANGIOSPERMAS

|                       | Feminina                   | Masculina         |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| Estrutura reprodutiva | Carpelos                   | Estames           |
| Gametófito            | Saco embrionário           | Grão de pólen     |
| Carpelos              | Estigma, estilete e ovário |                   |
| Estames               |                            | Antera, filamento |

FONTE: A autora

### 2.1.1 Formação do gametófito feminino

Na macroesporogênese, a célula-mãe do megásporo, sofre divisões de redução. O megásporo sofre quatro divisões. Destas, três se degeneram e apenas o megásporo calazal é funcional. Em seguida, ele sofre três divisões mitóticas, o que resulta na formação de oito núcleos. O núcleo micropilar é constituído de duas sinérgidas e uma célula ovo (oosfera) e o núcleo polar inferior em três células antípodas.

Na microsporogênese, uma massa de células forma as duas tecas, que será o microsporângio. Em seguida, cada micrósporo se separa da tétrade e formam-se as paredes. No citoplasma do micrósporo, forma-se o vacúolo e o núcleo.

O núcleo sofre divisões e forma uma célula pequena, generativa e uma célula grande, vegetativa. A célula generativa se divide formando duas células e os grãos de pólen apresentam-se com três células.

## 2.1.2 A polinização e a fertilização

A polinização é a transferência do grão de pólen para um carpelo. As anteras amadurecem e ocorre a deiscência e a saída do grão de pólen. Estes podem ser disseminados por ventos, água, pássaros, insetos e mamíferos.

O estigma tem pelos e exsuda substâncias que evitam a dessecação e contribui para o recebimento do grão de pólen, o estilete pode ser oco e é o tecido responsável por transferir o grão de pólen. O grão de pólen, após a germinação, origina os tubos polínicos. Estes, após atravessar o estilete, atingem o saco embrionário, através da micrópila. Em seguida, uma das sinérgides inicia sua degradação, após a polinização, antes do tubo polínico alcançar o saco embrionário. O tubo polínico penetra na sinérgida degenerada e descarrega os núcleos nele contidos. Ocorre a dupla fertilização, em que o núcleo espermático, na sinérgida, move-se para a célula ovo e o outro para a célula central. Ocorre também a fusão tripla, em que o núcleo espermático funde-se com os núcleos polares.

## 2.1.3 O embrião

As monocotiledôneas e as dicotiledôneas têm os mesmos estágios de desenvolvimento das embriogenias, até a fase de proembrião. O zigoto divide-se formando uma simetria axial e uma polaridade.

Em dicotiledôneas, o embrião desenvolve-se no interior do óvulo, a partir da célula fertilizada ou zigoto. Ocorre uma sequência determinada de desenvolvimento e uma polaridade, com um polo radicular e um caulinar. No início o embrião tem formato cilíndrico e, posteriormente, desenvolve uma estrutura achatada, com o início da formação de dois cotilédones. Em seguida, na porção terminal diferencia, desenvolve um eixo hipocótilo-radícula.

A futura plântula inicia-se na fase de proembrião, com a formação das células da protoderme, que originarão a epiderme, os cotilédones formarão os meristemas apicais da radícula e da parte aérea. Quando o eixo hipocótilo-radícula já está formado, diferencia-se os tecidos vasculares (o procâmbio), que estarão ativos após a germinação.

Nas monocotiledôneas, a diferença está na formação do cotilédone. Este é único, portanto, o cotilédone desenvolve-se como se fosse a continuação do eixo embrionário.

## 2.1.4 O endosperma

O endosperma é um tecido presente nas angiospermas. É um tecido indiferenciado, e contribuem com a nutrição do embrião. É originário do núcleo triploide, proveniente da fusão dos dois núcleos polares com o núcleo do gameta masculino. A proporção genômica é importante para o desenvolvimento do embrião. A proporção geralmente é 2:1 (genoma materno: genoma paterno), no entanto, pode diferenciar de acordo com a procedência, se de gametas não reduzidos ou híbridos entre plantas de diferentes níveis de ploidia. O endosperma pode ser classificado em três tipos, de acordo com o desenvolvimento: nuclear, celular e helobial.

## 2.1.5 O tegumento

Os óvulos podem apresentar um ou dois tegumentos, que posteriormente darão origem aos tegumentos da semente.

As principais modificações que os tegumentos sofrem é a redução da espessura e a desorganização. O funículo sofre uma abscisão, deixando uma cicatriz, o hilo. A rafe é a porção do funículo que se liga a um óvulo. A função do tegumento é proteger o embrião. Este pode desempenhar o papel de impermeabilização e resistência mecânica. Também é responsável pela inibição da germinação.

## 2.2 APOXIMIA

Algumas espécies de dicotiledôneas e monocotiledôneas reproduzem-se assexuadamente, mas por sementes que contêm embriões não desenvolvidos. A produção de sementes ocorre a partir de óvulos não fertilizados. Estes óvulos são provenientes de células diploides do núcleo ou de algumas células do megagametófito. As sementes formadas dão origem a plântulas com as mesmas características genéticas da planta mãe. No entanto, pode ocorrer variações somáticas.

## 2.3 SUBSTÂNCIAS PRESENTES NO DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES

Durante o desenvolvimento das sementes, diversas substâncias podem estar presentes, de acordo com o estágio de desenvolvimento.

Nos óvulos, ocorre o acúmulo de açúcares. Os açúcares solúveis presentes começam a reduzir com a formação da parede celular. Provavelmente, esses açúcares são utilizados para a formação de celulose e outros carboidratos complexos.

O nitrogênio encontra-se na forma de amidas e aminoácidos. Com a maturação das sementes esses compostos reduzem, pois são utilizados para a formação de proteínas no endosperma e nos cotilédones. Também reduzem a concentração de açúcares. Ocorre o acúmulo de amido e proteínas.

FIGURA 7 – FASES DE DESENVOLVIMENTO DO EMBRIÃO DE LEGUMINOSAS



FONTE: Dure (1975)

Os fito-hormônios também participam das reações bioquímicas durante o desenvolvimento das sementes. Entre eles estão as auxinas, as giberelinas, as citocininas e o ácido abscísico.

O ácido indol acético (AIA) é a principal auxina presente no desenvolvimento da semente. O AIA é formado nos tecidos da semente, a partir da biossíntese do triptofano. O AIA acumula-se nos tecidos de reserva, na nucela e endosperma. Ocorre o aumento durante o desenvolvimento da semente e na maturidade ocorre a redução do teor do AIA.

As giberelinas (GA) são sintetizadas no endosperma e no embrião. Os teores de GA oscilam durante o desenvolvimento da semente e reduzem na maturação.

As citocininas podem ser sintetizadas nas raízes ou no fruto ou sementes. O nível de citocininas aumentam durante o intenso crescimento e reduzem durante a maturidade.

O Ácido Abscísico (ABA) é importante em várias partes das sementes, endosperma, embrião e tegumento. O tecido materno é o principal sintetizador. No início do desenvolvimento o nível de ABA é baixo, no início da maturidade é alto e, a partir da perda de água, reduz novamente o nível de ABA.

O fito-hormônio é responsável pelo controle do crescimento do eixo embrionário, impedindo a germinação precoce da planta mãe. Também contribui para a síntese de proteínas de reserva e tolerância à secagem das sementes em desenvolvimento.

## 2.4 ESTRUTURAS DAS SEMENTES MADURAS

As partes das sementes são resultantes das modificações que ocorrem nos componentes do óvulo. As sementes são formadas pelas seguintes estruturas: tegumento, embrião (cotilédones e eixo embrionário) e o endosperma. Após diversas modificações que ocorrem no óvulo, formam as seguintes partes: a casca, que é a cobertura protetora; o tecido de reserva, endospermático, cotiledonar ou perispermático; e o tecido meristemático, que é o eixo embrionário. Nas sementes também estão presentes a micrópila, o funículo e o hilo, que é o orifício permeável à água.

QUADRO 9 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE AS ESTRUTURAS DO EMBRIÃO E DA SEMENTE

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Flores          | Sementes   |
| Oosfera         | Embrião    |
| Núcleos polares | Endosperma |
| Micrópila       | Micrópila  |
| Funículo        | Hilo       |
| Integumentos    | Tegumento  |

FONTE: A autora

## 2.4.1 A casca

A casca é a cobertura protetora e a estrutura externa que delimita a semente. É formada pelo tegumento e pericarpo.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), a casca tem diversas funções, dentre elas destacam-se:

- Impermeabilidade à água.
- Regulação da germinação.
- Cobertura protetora.
- Mantém unidas as partes internas da semente.
- Protege os tecidos meristemáticos e de reserva contra abrasões e choques.
- Serve de barreira à entrada de microrganismos e insetos.
- Regula a velocidade de hidratação da semente.
- Regula a velocidade de trocas gasosas (oxigênio e gás carbônico) entre a semente e o meio.
- Regula a germinação, pelo mecanismo de dormência.
- Promove a dispersão espacial de sementes com as estruturas específicas.

A velocidade de hidratação é regulada pela casca. Esta estrutura diminui e até evita possíveis danos causados pela embebição. A casca também funciona como um reservatório de água. A casca é a primeira estrutura a se saturar de água e depois repassa essa água para os tecidos internos.

As sementes de leguminosas mantêm baixos níveis de água e não são afetadas pela umidade relativa do ar. Isso ocorre devido à propriedade de impermeabilização do hilo. O hilo pode funcionar como uma válvula higroscópica. A presença de tegumentos impermeáveis à água é um dos fatores importantes no retardamento da germinação das sementes.

## 2.4.2 Os tecidos de reserva

Os tecidos de reserva da semente são o endosperma, os cotilédones e o perisperma. Nestes tecidos estão armazenadas as substâncias que darão energia para o desenvolvimento inicial da planta.

## 2.4.3 O endosperma

O endosperma é resultado da fusão dos núcleos polares com um dos núcleos reprodutivos do grão de pólen. O endosperma pode ser utilizado completamente ou parcialmente. O restante do tecido será consumido durante a germinação.

O amido é a substância de reserva mais comum na maioria das espécies, mas outras substâncias, como polissacarídeos, hemiceluloses, óleos e proteínas podem ocorrer.

As sementes com endosperma são classificadas como albuminosas ou endospermáticas. As sementes sem endosperma são classificadas como exalbuminosas. Nestes casos, o embrião, constituído dos cotilédones e o eixo embrionário, é grande em relação ao tamanho da semente e ocupa quase toda a semente.

## 2.4.4 Os cotilédones

Os cotilédones formam o eixo embrionário, junto ao embrião. Os cotilédones podem armazenar as reservas ou podem sintetizá-las.

Os cotilédones podem ser classificados como de germinação epígea ou hipógea. A germinação epígea ocorre quando os cotilédones saem acima do solo e realizam fotossíntese, por exemplo, a semente de soja. E a germinação hipógea, em que os cotilédones permanecem no solo.

O cotilédone é um tecido vivo, o que significa que é um tecido que pode sintetizar, degradar e transportar as suas próprias substâncias de reserva, e pode nutrir o eixo embrionário para a germinação.

## 2.4.5 O eixo embrionário

Está é a parte mais importante da semente. É a parte que apresenta a capacidade de se desenvolver e promover o crescimento do eixo nos dois sentidos, na raiz e na plúmula.

Nas dicotiledôneas, o embrião maduro é constituído pelo eixo embrionário e pelos cotilédones. A parte do eixo abaixo dos cotilédones é chamada de hipocótilo. A porção inferior dá origem à raiz e é chamada de radícula. A plúmula é constituída pela gema apical e pelos primórdios foliares.

O procâmbio é um tecido que dará origem ao sistema vascular. Nas monocotiledôneas, o eixo embrionário encontra-se na lateral do cotilédone. A parte inferior é a radícula, que está inserida na coleorriza. O coleóptilo está no ápice, na região mais externa. O sistema procambial se desenvolve no eixo embrionário e escutelo.

## 2.5 A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

As sementes são constituídas de carboidratos, lipídeos e proteínas.

Os carboidratos são os mais importantes componentes de cereais, como cevada, trigo, arroz, milho e muitos outros. O mais importante é o amido, mas a celulose, hemicelulose, pentosanas, dextrinas e açúcares também compõem a semente. O amido encontra-se na forma de grânulos.

A celulose é constituinte das paredes celulares.

Os lipídeos são encontrados principalmente nos cotilédones. Apresentam-se na forma de triglicerídeos e estão localizados nos esferossomas.

As proteínas são os polímeros de aminoácidos e têm funções de enzimas, componentes estruturais e material de reserva. A maior concentração das proteínas está no embrião.

## 3 FISIOLOGIA DAS SEMENTES

A fisiologia de semente estuda os processos vitais das sementes, como a maturação, a germinação, a dormência, a deterioração e o vigor, com relação as suas funções e desempenho, nas diversas condições ambientais em que possa ser encontrada, como no campo ou armazenada.

### 3.1 MATURAÇÃO DAS SEMENTES

A maturação é o ponto ideal de colheita. É a partir desse ponto que a semente está desligada da planta mãe, não recebendo nutrientes dela. A maturidade fisiológica varia de acordo com a cultivar, as condições ambientais, clima, nutrientes, água e as condições edáficas do local.

No estudo da maturação das sementes são consideradas várias características, como o tamanho da semente, o teor de água, o conteúdo de matéria seca, a germinação e o vigor.

#### 3.1.1 Tamanho da semente

As sementes crescem rapidamente devido à multiplicação e desenvolvimento das células do eixo embrionário e do tecido de reserva. Esse crescimento da semente atinge um patamar máximo e reduz rapidamente, devido à intensa desidratação.

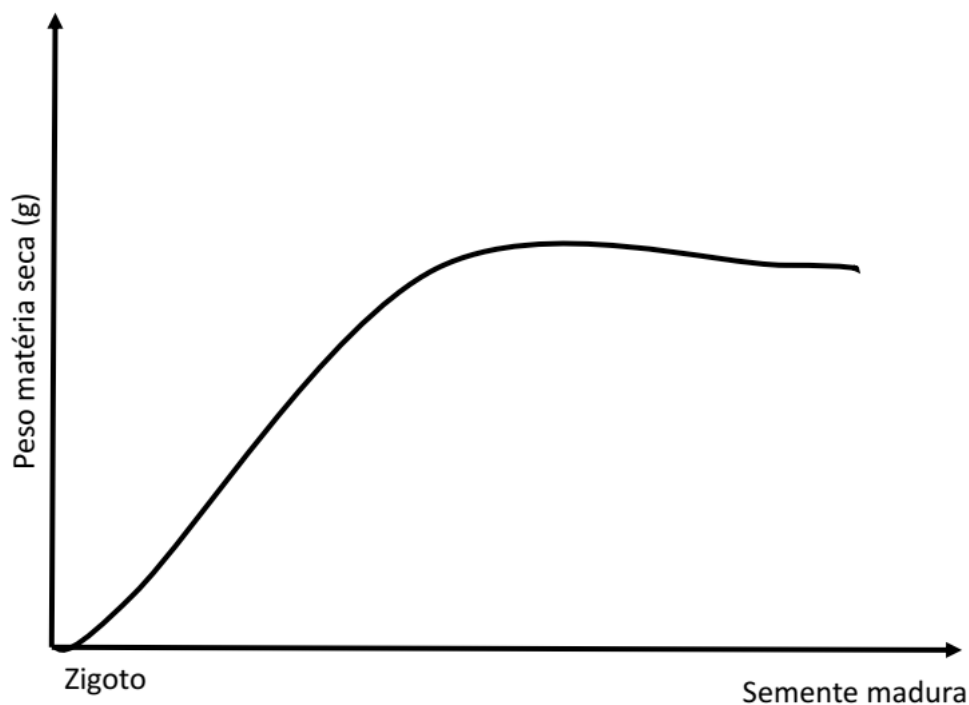
### 3.1.2 Teor de água das sementes

Logo após a formação, a semente apresenta elevado teor de água, de 70 a 80%. Após alguns dias, inicia-se um decréscimo do teor de água, que pode variar de acordo com as condições ambientais, a espécie, a cultivar ou o estágio de desenvolvimento da planta. Posteriormente, esse teor de água oscila de acordo com a umidade relativa do ar. A partir desse momento, a planta mãe não tem influência sobre o teor de umidade da semente. As sementes ortodoxas têm teor de umidade entre 30 a 50% ao atingirem a maturidade fisiológica. As sementes recalcitrantes têm de 50 a 70%.

### 3.1.3 Matéria seca das sementes

O acúmulo de matéria seca é lento no início do desenvolvimento da semente. Posteriormente, ocorre um rápido e constante acúmulo de matéria seca. Em seguida ocorre um decréscimo, devido às perdas pela respiração da semente.

FIGURA 8 – TAMANHO E ACÚMULO DE MATÉRIA SECA DA SEMENTE DURANTE A MATURAÇÃO



FONTE: Adaptado de Carvalho e Nakagawa (2000)

### 3.1.4 Germinação das sementes

A germinação é o fenômeno em que o eixo embrionário se desenvolve. Este processo se inicia logo após a superação da dormência. Vários processos bioquímicos estão envolvidos. A transcrição de genes reinicia-se, a síntese de proteínas recomeça e a taxa de respiração e o metabolismo aumenta. Ocorre uma série de reações de degradação e síntese, e também o desenvolvimento e a diferenciação de tecidos. Acontece a embebição da semente, que ocorre em três fases: a rápida absorção, posteriormente, pouca água é absorvida e depois permanece constante. Na última fase ocorre uma rápida absorção, que coincide com o crescimento do embrião. Para que a germinação ocorra é necessário que a semente esteja viável, tenha água e oxigênio disponível, a temperatura seja adequada, tenha luz e que a semente não esteja dormente.

### 3.1.5 Vigor das sementes

A semente atinge seu máximo vigor quando apresenta o máximo de acúmulo de matéria seca.

É interessante notar que o teor de água reduz quando se atinge o máximo de matéria seca, germinação e vigor das sementes. Isso se justifica, pois os fotoassimilados necessitam de água para que ocorra a deposição e os processos de transformação.

### 3.1.6 Deterioração das sementes

A deterioração das sementes pode ocorrer depois do ponto de maturação fisiológica, antes que as sementes sejam colhidas. É um dos fatores que mais afetam a qualidade da semente. As consequências da deterioração são a redução na qualidade da semente, além dos danos mecânicos que ocorrem na colheita. Alguns patógenos podem intensificar a deterioração, como fungos. Algumas práticas podem ser realizadas para evitar a deterioração das sementes, como, por exemplo, a colheita na época adequada; a seleção criteriosa da região adequada, a produção de sementes e a aplicação de fungicidas.

### 3.1.7 Dormência das sementes

A dormência é o fenômeno em que as sementes deixam de germinar. A dormência pode ocorrer por diversos motivos, como pelo controle da entrada de água no interior da semente; pelo controle do desenvolvimento do eixo embrionário e pelo controle do sistema do equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de crescimento. Ocorre o controle de entrada de água na semente.

Nesses casos, ocorre o impedimento de entrada de água para o interior da semente, mesmo em condições apropriadas para a germinação. A casca desempenha essa função, pois contém substâncias que impermeabilizam a água. Várias substâncias têm essa função, como: a suberina, a lignina, a cutina, o tanino, a pectina e os derivados de quinoa. O hilo também tem a função de regular a entrada e a saída de água.

## 4 PRODUÇÃO DE SEMENTES

A semente é o principal veículo em que está inserido todo o potencial genético de uma cultivar, além de todos os genes que caracterizam a espécie.

Sementes de boa qualidade devem ser produzidas com o mais alto padrão, para que possa expressar todo seu potencial.

### 4.1 PROGRAMA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES

Um programa de produção de sementes, além de distribuí-las, tem vários benefícios, entre eles:

- Alta produção e produtividade.
- Sistemas mais eficientes de fertilizantes, irrigação e pesticidas.
- Maior uniformidade de emergência e vigor das plântulas.
- Reposição periódica e eficiente das cultivares.
- Redução dos problemas com plantas daninhas, doenças e pragas do solo.

### 4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SEMENTES

A produção de sementes certificadas inicia-se com a multiplicação das poucas sementes produzidas pela entidade produtora.

As sementes são classificadas em semente genética, semente básica, semente registrada e semente certificada.

- Semente genética: é a semente produzida no programa de melhoramento. A instituição que produziu a cultivar é a mantenedora do estoque genético.
- Semente básica: é a segunda geração de sementes, é a semente produzida pela instituição que criou a semente genética. Essa semente é multiplicada em outros locais, fora do local da seleção.
- Semente registrada: é o produto da primeira multiplicação. Deve ser manipulada de modo que seja mantida sua identidade genética e a sua pureza varietal. A produção pode ser atribuída ao agricultor ou à empresa especializada.

- Semente certificada: é a semente obtida da semente registrada. É produzida por entidades produtoras de acordo com as normas estabelecidas pela entidade certificadora. Essa semente será distribuída aos agricultores.

### 4.3 AS ENTIDADES ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

A função de controlar a certificação e fiscalização é realizada por uma entidade certificadora/ fiscalizadora. Essa entidade pode ser pública ou privada, a entidade também tem outras atribuições, como:

- Estabelecimento de normas, padrões e procedimentos para a certificação e fiscalização.
- Responsável pela eleição e recomendação das espécies e cultivares.
- Controla a origem e número de gerações das sementes.
- Inspecciona as etapas do processo de produção de sementes certificadas/ fiscalizadas, nas fases de campo, beneficiamento, embalagem e loteamento.
- A certificadora analisa a qualidade física, fisiológica e sanitária da semente.

#### 4.3.1 Entidade produtora

A entidade produtora é responsável pela qualidade das sementes. Na fiscalização, a entidade produtora faz as análises e emite o atestado de garantia.

#### 4.3.2 Cooperantes

Os cooperantes são os agricultores responsáveis pelo cultivo das sementes. São assinados contratos específicos com os agricultores da região, e estes produzem nas suas terras a semente solicitada pela entidade produtora.

### 4.4 PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

Existem duas fases no processo de certificação e fiscalização. Esse processo ocorre no campo e no laboratório.

As atividades no campo iniciam-se com a semeadura até a colheita. Durante esse período o campo é inspecionado por agrônomos da entidade certificadora e fiscalizadora e do produtor. O agrônomo da entidade emite um laudo, no entanto, não é o laudo atestando a garantia do produto. As sementes aprovadas são colhidas e enviadas à Unidade de Beneficiamento de Semente (UBS). Algumas amostras são enviadas para laboratório de análises de sementes,

para avaliar se elas estão de acordo com os padrões. O laboratório certificador deve ser da rede oficial. Se for a fiscalização, o laboratório pode ser privado e credenciado.

## 4.5 CAMPOS PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES CERTIFICADAS/FISCALIZADAS

Para o estabelecimento do campo de produção de sementes certificadas/fiscalizadas várias medidas devem ser tomadas para que não ocorra contaminação varietal ou genética. Entre as medidas, destacam-se:

- a. Credenciar produtores: a entidade produtora de sementes deve solicitar o credenciamento do produtor. Para a obtenção desse credenciamento há uma série de exigências a serem atendidas, entre elas:
  - O registro do produtor na Secretaria da Agricultura ou a Delegacia Federal de Agricultura do Ministério da Agricultura.
  - O termo de responsabilidade de um engenheiro agrônomo ou florestal.
  - O registro da marca comercial e o laudo de inspeção da unidade de processamento de sementes do interessado. Esse credenciamento deve ser realizado anualmente.
- b. Cooperante: o cooperante deve ter algumas características, como: idoneidade, responsabilidade, dinamismo, conhecimento técnico e outras características.
- c. Escolha da espécie e cultivar: as espécies a serem produzidas para certificação/fiscalização são eleitas por entidades certificadoras ou por órgãos oficiais devidamente credenciadas. Uma comissão regional de recomendação de cultivares indica as cultivares mais interessantes para a região. A definição é realizada com base na aceitação do produtor, e é ele quem escolhe a cultivar de acordo com a preferência do consumidor, desde que seja viável sua produção.
- d. Escolha da região: antes de estabelecer o cultivo numa determinada região, o produtor de sementes deve fazer um estudo agrônomo da região. Deve-se verificar se as condições climáticas, de solo e mercadológica da região são propícias a cultivar que se pretende produzir.
- e. Escolha da gleba: deve-se escolher glebas que reúnam todas as características agrônomicas para o ótimo desenvolvimento das cultivares. Boa fertilidade do solo, profundidade adequada para o desenvolvimento das raízes, topografia adequada que facilite a mecanização, condições de clima adequadas, que não favoreça o desenvolvimento de doenças e outras características agrônomicas.
- f. Renovação do estoque de sementes: a renovação das sementes básicas deve ocorrer todos os anos. A renovação ocorre devido à necessidade do plantio de sementes puras.
- g. Isolamento: um campo de determinada cultivar deve ser separado de outra cultivar, para evitar a mistura e contaminação com pólen de outras cultivares, o que causa a perda da identidade genética de cultivar. O isolamento pode ser

pela distância física, a separação no tempo, fazendo a semeadura em épocas diferentes e o uso de barreiras físicas, como plantio de linhas do progenitor masculino.

- h. Roguing: é a eliminação de plantas contaminantes presentes em um campo de produção de sementes. As plantas contaminantes são outras cultivares ou espécies que podem transmitir alguma doença. Esta prática contribui para remover as plantas atípicas e outras cultivares, reduzir a incidência de doenças e pragas transmissíveis pelas sementes e também eliminar plantas daninhas que não podem ser eliminadas por limpeza mecânica ou herbicidas.
- i. Limpeza de materiais e equipamentos: a limpeza das máquinas e equipamentos deve ser rigorosa. Estas são fontes de contaminação física e varietal. O correto seria que na propriedade fosse semeada antes uma cultivar para evitar a contaminação.

## 4.6 FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE SEMENTES

Alguns fatores interferem na produção das sementes, entre eles a origem das sementes, o vigor, o tamanho, a época e densidade de semeadura, a adubação e a injúria mecânica.

- a. Origem das sementes: o local onde as sementes são produzidas pode modificar a composição química das sementes. Este fato pode ocorrer devido às condições climáticas que as plantas são submetidas na produção, como a temperatura, que influencia o desenvolvimento e a maturação das sementes.
- b. Vigor das sementes: o vigor das sementes influencia na produção, pois afeta o potencial de armazenamento das sementes. As sementes pouco vigorosas deterioram mais rapidamente. Além disso, o vigor afeta a germinação das sementes, pois reduz a velocidade de germinação, aumenta a heterogeneidade de desenvolvimento das plântulas e aumenta a porcentagem de plântulas anormais. O vigor também influencia o desenvolvimento das plantas, pois plantas advindas de sementes vigorosas são consequentemente mais vigorosas.
- c. Tamanho das sementes: sementes maiores originam plântulas mais vigorosas, pois estas sementes apresentam maiores teores de substâncias de reserva para o pleno desenvolvimento do eixo embrionário. Além disso, uma semente pequena tem um desenvolvimento mais lento no início. Isso ocorre porque as sementes maiores têm maior tecido de reserva, o que vai originar plântulas mais nutridas.
- d. Época de semeadura: este fator se caracteriza pela ocorrência de dias secos no momento da colheita. A partir da maturidade fisiológica a semente deve perder água, portanto, a ausência de chuvas nesse período contribui para evitar a germinação ou a deterioração. A ocorrência de chuvas na fase de acúmulo de matéria seca que é interessante.
- e. Densidade de semeadura: a densidade de semeadura é uma característica relacionada aos diferentes espaçamentos e ao tamanho da semente, que influencia o vigor e o desenvolvimento das plantas.

- f. **Adubação:** a adubação é um dos fatores que influencia a produção de sementes, pois plantas bem nutridas produzirão sementes vigorosas. No início da fase reprodutiva, as plantas são mais exigentes em termos nutricionais, pois é a fase que ocorre o desenvolvimento das sementes. Fósforo e nitrogênio são os nutrientes mais exigidos. Os nutrientes contribuem com a boa formação do embrião e do órgão de reserva, além da composição química, que influencia no metabolismo e no vigor das sementes.
- g. **Injúria mecânica:** a injúria mecânica é considerada um dos problemas mais sérios na produção de sementes. Diversos fatores ou circunstâncias podem causar a injúria nas sementes. Entre elas destacam-se:
- **Máquina de semeadura:** é o dano que ocorre nas sementes nas máquinas semeadoras.
  - **Máquinas de colheita:** o impacto do cilindro debulhador causa injúrias nas sementes, que podem danificá-las. Esta constitui-se uma das principais causas de danos na semente.
  - **Durante o beneficiamento:** nesta fase, a semente sofre muitos danos, pois a semente passa por várias máquinas, carregadores e sofre diversas quedas até o depósito ou armazém. Pode-se evitar perdas com controles mais rigorosos desta fase de beneficiamento.
  - **Teor de água no momento do impacto:** pode ocorrer o quebramento, que é o tipo de injúria que a semente sofre quando seu teor de água é muito baixo.
  - **Características da semente:** o tipo de endosperma tem papel importante na injúria que a semente pode sofrer. As sementes que têm os cotilédones como principal tecido de reserva (exalbuminosas) são mais suscetíveis à injúria mecânica, como a soja, feijão e amendoim. Sementes albuminosas, como milho ou arroz, têm tecido endospermático grande, que protege o embrião, por isso o dano é menor.
  - **Efeitos da injúria mecânica:** as injúrias mecânicas podem ter efeitos imediatos ou latentes. Os efeitos imediatos podem ocorrer na semeadura, quando as sementes são danificadas pela semeadora. Os efeitos latentes são observados após o armazenamento das sementes. Esta situação é mais grave, pois a semente fica mais suscetível à entrada de patógenos durante o armazenamento. O efeito latente reduz o vigor das sementes, que, às vezes, não consegue se recuperar do dano.

## 5 SECAGEM E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

As sementes, quando são colhidas, apresentam elevado teor de água, portanto, elas devem ser secas antes de serem armazenadas. O alto teor de água durante o armazenamento pode causar a perda do vigor das sementes e reduzir a germinação das sementes. Além disso, o alto teor de água dificulta as operações de beneficiamento, danificando máquinas e as próprias sementes.

## 5.1 TEOR DE ÁGUA NA SEMENTE

O teor de água é muito importante para a semente, pois vai definir seu processo metabólico. O teor de água da semente deve estar entre 4 e 8%, para que possam ser armazenadas com segurança. Teor de água menor que 8% reduz a atividade de insetos. Se o teor de água estiver entre 12 e 20% ocorre intensa respiração e isso provoca perda do vigor e da germinação das sementes. Se o teor de água for maior que 40%, inicia-se a germinação. No entanto, a alta temperatura aliada ao alto teor de água causa a morte das sementes. Se o teor de água estiver entre 18 e 60%, a semente, os insetos e microrganismos presentes na semente respiram intensamente.

## 5.2 EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO

O equilíbrio higroscópico é o teor de água da semente, em uma determinada temperatura, em equilíbrio com a umidade relativa do ar (UR), ou seja, a semente pode ganhar ou perder água de acordo com a umidade do ar. O teor de água da semente é diretamente dependente da umidade relativa do ar e dependente indiretamente da temperatura do ar.

Além da UR, outros fatores interferem no equilíbrio higroscópico da semente, como os constituintes químicos da semente, a temperatura, o efeito da histerese e a integridade física da semente.

- a. Os constituintes químicos: as sementes ricas em amido apresentam maior teor de água de equilíbrio, quando comparadas com as sementes oleaginosas. As sementes amiláceas têm maior afinidade higroscópica. Numa UR de 45%, elas apresentam teor de água de aproximadamente 9 a 10%, enquanto as oleaginosas, de 5 a 6% de UR.
- b. A temperatura: quanto maior a temperatura ambiente, menor a umidade das sementes numa determinada UR. Por exemplo, se a temperatura estiver em 32 °C, a UR será de aproximadamente 24%. Dessa forma, a secagem é mais rápida e completa, no entanto, deve-se ter cuidado com danos que podem causar à semente.
- c. Histerese: as sementes, quando ganham água (sorção), entram em equilíbrio higroscópico a teores de água mais baixos, em relação ao processo de dessorção (predas) de água.
- d. Integridade física da semente: este aspecto influencia o equilíbrio higroscópico, pois as sementes danificadas apresentam teores de água mais elevados do que as sementes íntegras.

## 5.3 MÉTODOS DE SECAGEM

No processo de secagem ocorre a retirada parcial de água da semente. Essa saída de água ocorre pelo fluxo de vapor. Simultaneamente, ocorre a transferência de calor do ar para a semente. Existem duas formas de secagem: a natural e a artificial.

### **Secagem natural**

A secagem natural é aquela que ocorre quando se utiliza a energia solar ou eólica para secar as sementes. Geralmente, as sementes são colhidas e colocadas para secar em terreiros, tabuleiros ou lonas, na propriedade rural. Esta secagem também pode ser realizada ainda na planta, entre a maturidade fisiológica e a colheita.

Vantagens da secagem natural:

- Não ocorrem danos mecânicos.
- A semente é seca à temperatura ambiente, portanto, não sofre com temperatura alta.

Desvantagens da secagem natural:

- A secagem das sementes é dependente de condições climáticas adequadas, como a UR.

### **Secagem artificial**

A secagem artificial pode ser classificada em secagem estacionária ou secagem de fluxo contínuo.

- Secagem estacionária: consiste em forçar o ar por uma massa de sementes que está em repouso. Vários fatores estão envolvidos na secagem estacionária, entre eles o fluxo de ar, a umidade relativa do ar, a temperatura de secagem, a danificação da semente e a capacidade de secagem.
- Fluxo de ar: o fluxo de ar retira água da semente por evaporação, pelo transporte de calor da fonte até o local de secagem e, além disso, retira a umidade da semente para o sistema de secagem.
- Umidade Relativa do ar (UR): as sementes secam por camadas, formando a frente de secagem.

Deve-se ter alguns cuidados nesse sistema, o ar de secagem não deve ser inferior a 40%, para que não ocorra secagem excessiva nas camadas mais próximas à entrada de ar. Além disso, a camada de semente mais distante da entrada de ar deve secar rápido, para não ocorrer a deterioração da semente.

- Temperatura do ar de secagem: é importante conhecer o tempo máximo para a secagem para que não ocorra danos e deterioração das sementes.

- Danificação mecânica: deve-se ter cuidado ao depositar as sementes no armazém, pois as sementes são lançadas de até seis metros de altura, o que pode danificar as sementes.

Existem vários tipos de secadores estacionários, entre eles, o fundo falso perfurado, o com tubo central perfurado, o secador de sacos e os secadores tipo estufas.

- Secagem no método contínuo: esses secadores são formados por duas câmaras, uma de secagem, outra de resfriamento. A semente passa uma vez pela câmara de secagem e a temperatura é aumentada, para que a semente seja seca. No entanto, esse processo pode danificar as sementes.
- Secagem pelo método intermitente: nesse sistema, a semente recebe o ar aquecido a intervalos preestabelecidos. Dessa forma, a secagem ocorre de forma homogênea.

O beneficiamento de sementes é a etapa em que a semente chega à unidade de beneficiamento de sementes (UBS) até a embalagem e distribuição. Após a colheita, a semente vem com diversos materiais indesejáveis, como pedras e folhas, que devem ser removidos para facilitar a semeadura, a secagem e o armazenamento.

O beneficiamento consiste em várias etapas, como a recepção e amostragem, pré-limpeza, limpeza, classificação e transporte da semente.

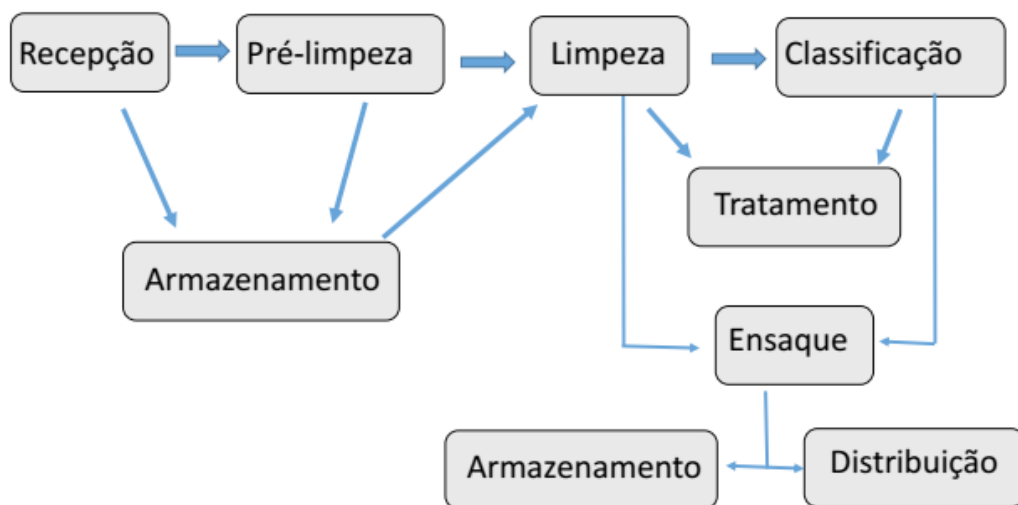
- a. Recepção: as sementes são recebidas na UBS e são caracterizadas e identificadas. Os lotes devem ser identificados com os seguintes itens: nome do produtor, procedência, número do lote, quantidade do lote, data, espécie ou cultivar, umidade, pureza e viabilidade. A amostragem deve ser realizada nessa etapa. Será avaliada a qualidade, a umidade, pureza e a viabilidade das sementes.
- b. Pré-limpeza: as sementes, quando chegam do campo, contêm muito material indesejado, por isso deve-se proceder a pré-limpeza antes do armazenamento. Na pré-limpeza é realizada a retirada de materiais grandes. Utiliza-se máquina de ar e peneiras com alta produção.

Vantagens da pré-limpeza:

- Facilidade de secagem.
  - Redução do volume de material a ser armazenado.
  - Facilidade de transporte por elevadores.
  - Facilita as operações posteriores.
  - Redução de contaminação com sementes danificadas.
- c. Limpeza das sementes: nesta etapa, leva-se em consideração a diferença física entre os componentes. As propriedades físicas são: a largura, a espessura da semente, o comprimento, o peso, a textura superficial, a cor, a condutibilidade elétrica e a afinidade por líquidos.

- d. **Classificação:** na etapa de classificação as sementes são separadas de acordo com as propriedades físicas que mais se destacam. Na cultura do milho geralmente se faz essa classificação, com base na largura, na espessura e no comprimento da semente.
- e. **Tratamento das sementes:** é interessante o uso de inseticidas e fungicidas para tratamento das sementes que serão armazenadas. Isso evita o ataque de insetos e fungos. A eficácia do tratamento depende de vários fatores, como o produto químico a ser utilizado, o tipo de patógeno, o modo de sobrevivência do patógeno, o potencial do inóculo, a variabilidade do patógeno, as condições de campo e os equipamentos utilizados.
- f. **Transportadores de semente:** no transporte das sementes na UBS deve-se tomar cuidado para evitar a mistura varietal e minimizar os danos mecânicos. Existem diversos tipos de transportadores, entre eles os elevadores de caçamba, correias transportadoras, transportadores vibratórios, transportadores de parafuso, empilhadeiras, transportadores pneumático e transportador de corrente.

FIGURA 9 – USINA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES (UBS)



FONTE: A autora

## 6 PATOLOGIA DE SEMENTE

O ataque de microrganismos e insetos pode ocorrer nas sementes, do campo até o armazenamento. Estes patógenos podem provocar danos ao embrião e ao tecido de reserva. Os danos podem ser causados pela ovoposição, pelo aumento da temperatura, da umidade e da produção de dióxido de carbono.

Os danos causados por microrganismos transmitidos por sementes dependem do patógeno envolvido, do inóculo inicial, da espécie cultivada e das condições climáticas vigentes.

Existem diversas formas de disseminação dos patógenos. Estes podem ser levados de uma planta para outra pelo vento, chuva, implementos agrícolas, água, vetores, sementes, trabalhadores e outros.

## 6.1 QUALIDADE DAS SEMENTES

Os patógenos causam redução de rendimento em nível de campo, redução da qualidade das sementes para fins de comercialização e semeadura.

### 6.1.1 Problemas causados por bactérias

As bactérias provocam podridões nas sementes e causam a morte da plântula. Além disso, podem descolorir o tegumento das sementes. Exemplo: xantomonas e pseudomonas em sementes de feijão.

## 6.2 PROBLEMAS CAUSADOS POR FUNGOS

Os fungos podem parasitar os primórdios florais – sementes – causando redução no rendimento. Além disso, os fungos podem causar:

- Aborto das sementes. Ex.: carvões de cereais (*Ustilago* spp.).
- Redução do tamanho das sementes. Ex.: *Alternaria brassicola*.
- Podridões de sementes. Ex.: *Colletotrichum truncatum*.
- Esclerotização. Ex.: *Claviceps*.
- Necrose na semente. Ex.: *Colletotrichum* spp. Causam necrose nas sementes de feijão, soja, ervilha e outras espécies.
- Descoloração das sementes: causa a baixa qualidade das sementes. Ex.: *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phoma*, *Alternaria tenuis*, *Cladosporium*.
- Redução da viabilidade e perda de germinação. Ex.: *Ustilago nuda* (cevada) e *Ustilago tritice* (trigo).

## 6.3 PROBLEMAS CAUSADOS POR FUNGOS DE ARMAZENAMENTO

A presença de patógenos não deve ser alvo da preocupação de produtores apenas durante os cultivos, a presença de sementes em todas as etapas da produção devem ser monitoradas.

Os fungos são patógenos que estão presentes em todos os lugares e possuem a capacidade de sobrevivência em ambientes aparentemente adversos, a maioria das espécies possui ampla capacidade de multiplicação em um curto espaço de tempo e podem trazer inúmeros prejuízos.

O local de armazenamento das sementes deve ser previamente estabelecido, o qual deve possuir formas de controle de humidade, luminosidade e arejamento para que não seja propiciado o desenvolvimento e multiplicação fúngica no local.

- Perda de germinação: o fungo ataca o embrião.
- Descoloração das sementes: reduz a viabilidade, o valor nutricional e o valor comercial da semente.
- Aumenta a taxa de ácidos graxos: causa rancificação do óleo.
- Aquecimento da massa: o aumento da respiração causa a deterioração da semente.
- Produção de toxinas: fungos como *Penicillium* e *Aspergillus* provocam toxinas letais a animais e ao homem.

## 6.4 PROBLEMAS CAUSADOS POR VÍRUS E NEMATÓIDES

Os vírus podem causar o abortamento das sementes e quando são transmitidos pelo embrião provocam a redução da viabilidade, além de alterações morfológicas e descoloração das sementes.

Os nematóides produzem galhas nas espigas de trigo e cevada. As galhas são produzidas nos botões florais.

## 6.5 MÉTODOS PARA DETECÇÃO DE MICRORGANISMOS EM SEMENTES

Devido aos altos prejuízos que podem ser causados pelos microrganismos nas sementes é fundamental a detecção destes o mais cedo possível para que o controle efetivo seja realizado.

Diferentes métodos foram desenvolvidos para que o diagnóstico seja feito, esses métodos abrangem técnicas diferentes em que é observado o desenvolvimento dos microrganismos e das plantas advindas das sementes avaliadas.

Buscando perceber as diferenças entre sementes saudáveis e possivelmente infestadas de patógenos, os testes oferecem condições favoráveis ao desenvolvimento de patógenos para que seja verificada a presença ou ausência destes. Alguns testes também têm como fundamento a contagem de microrganismos em condições de cultivo, entretanto, todos os testes objetivam a determinação do nível de infestação para assim realizar as ações de controle.

a. Exame da semente não incubada:

- Método da semente seca.

- Método da lavagem da semente.
- Método da contagem de embriões.
- b. Exame da semente incubada:
  - Método do papel filtro.
  - Método em placa de ágar.
  - Método do sintoma em plântulas.
  - Método do tijolo moído.
  - Método da areia.
  - Método do solo padronizado.
- c. Inspeção da plântula:
  - Sintomas em plantas em crescimento.
  - Inspeção do campo.
- d. Bioensaios e procedimentos bioquímicos:
  - Método de inoculação em plantas indicadoras.
  - Método da placa de fago.
  - Isolamento direto.
  - Meios seletivos.
  - Métodos sorológicos.

## 6.6 TRATAMENTO DE SEMENTES

Tendo em mãos os resultados dos testes que determinam a presença de microrganismos e o nível de infestação das sementes, devem ser procedidas as medidas paliativas buscando reintegrar a sanidade das sementes para que possam ser utilizados para os seus devidos fins, para isso deve ser feito o tratamento delas.

Objetivos do tratamento de sementes:

- Erradicação dos microrganismos patogênicos, tanto no interior, como externamente à semente.
- Impedir a transmissão do patógeno da semente para a planta.
- Reduzir a fonte do inóculo.
- Minimizar a aplicação de defensivos nas plantas, em campo.

### 6.6.1 Tipos de tratamento de sementes

Os tipos de tratamento de sementes são baseados nos agentes que tornaram esses tratamentos eficazes. Para cada microrganismo podem ser indicados um ou mais métodos de controle e a eficiência é o resultado do modo com que é conduzida a utilização do método. É necessário lembrar que para cada método existe um protocolo de aplicação que deve ser seguido de maneira rigorosa para que se obtenha sucesso. O acesso ou a falta de algum componente, assim como doses exageradas ou abaixo do nível estabelecido pelo desenvolvedor ou fabricante do método pode resultar no insucesso do tratamento.

- a. Tratamento químico.
- b. Tratamento biológico.
- c. Tratamento bioquímico.
- d. Tratamento físico.



Não deixe de ler o seguinte material:

FILHO, M. J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495p.

# RESUMO DO TÓPICO 2

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- Existem definições para as sementes, e as principais formas de dispersão e disseminação da maioria das espécies vegetais foram abordadas.
- As angiospermas contêm a flor, que é o órgão que protege a semente.
- O androceu é o órgão reprodutor masculino e o gineceu é o órgão reprodutor feminino.
- A macrósporangiose é a formação do gametófito masculino e a microsporangiose é a formação do gametófito feminino.
- A polinização é a transferência do grão de pólen para um carpelo.
- A dupla fertilização é a fusão do núcleo espermático com a célula ovo.
- A tripla fertilização é a fusão do segundo núcleo espermático com dois núcleos polares.
- O embrião desenvolve-se dentro do óvulo. Este tem uma polaridade definida: polo radicular e polo caulinar. Após a formação da polaridade forma-se o procâmbio, que dará origem aos tecidos vasculares.
- Durante o desenvolvimento da semente diversas substâncias podem estar presentes, como carboidratos, açúcares, amidos, aminoácidos, proteínas, lipídeos. Outras substâncias, como fito-hormônios, também estão presentes.
- A casca é a estrutura protetora, o endosperma é o tecido de reserva, os cotilédones podem armazenar ou sintetizar as reservas. O eixo embrionário é a parte mais importante e tem a função de desenvolver e promover o crescimento da raiz e do eixo caulinar.
- A maturação das sementes é o ponto ideal de colheita. Deste ponto em diante a semente está desligada da planta mãe e não mais recebe nutrientes dela.
- A produção de sementes envolve diversos setores, que vão desde os produtores de sementes até os armazenadores e distribuidores.
- A secagem de sementes é uma etapa importante para a conservação e armazenamento das sementes.

- O teor de água das sementes deve estar entre 4 e 8% para armazenamento com segurança.
- O beneficiamento é interessante do ponto de vista da limpeza, separação, classificação, armazenamento e distribuição.
- As sementes podem ser atacadas por diversos patógenos, no campo até o armazenamento. O ataque de microrganismos causa a deterioração das sementes, além de ser fonte de inóculo e disseminação desses patógenos para outros locais.



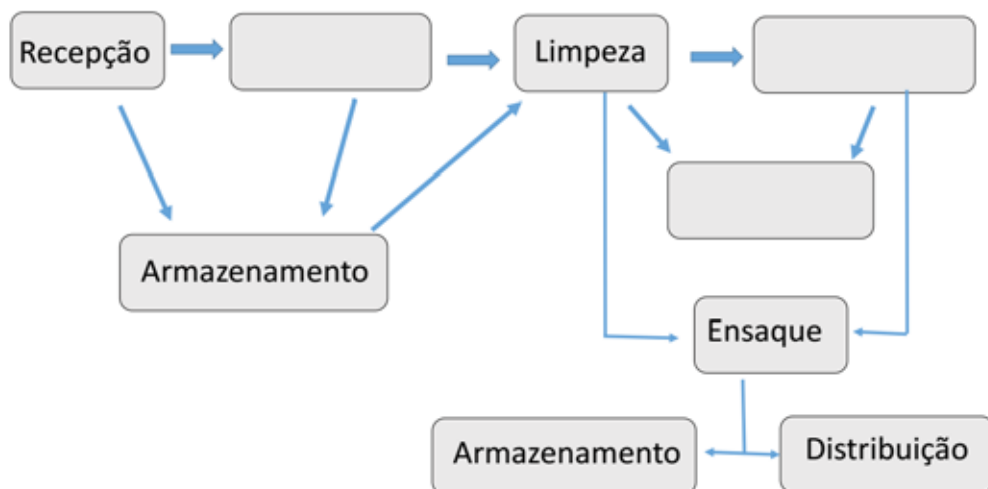
1 Com base nas afirmativas, assinale a alternativa correta:

- I- O androceu é o órgão responsável pelo desenvolvimento dos gametófitos femininos, grãos de pólen, micrósporos, anteras e o estilete.
- II- As sementes originam-se dos componentes do óvulo. O tegumento, o embrião e o endosperma formam as seguintes estruturas: a casca, o tecido meristemático e o tecido de reserva, respectivamente.
- III- A maturidade fisiológica é o ponto ideal para a colheita. Várias características estão envolvidas na maturação, como o tamanho da semente, o teor de água, a matéria seca, a germinação e o vigor.
- IV- A semente genética é aquela produzida pelo programa de melhoramento. A semente básica é aquela que pode ser multiplicada em outros locais. A semente registrada é o produto da multiplicação. Neste caso, não precisa de cuidados quanto à identidade genética ou a pureza varietal. Tanto o agricultor ou empresas podem produzi-las.
- V- O equilíbrio higroscópico é quando o teor de água da semente está em equilíbrio com a umidade relativa do ar (UR), a uma dada temperatura.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas II, III e V são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.

2 Analise o fluxograma que segue. Complete os quadros em branco e descreva cada etapa.







## 1 INTRODUÇÃO

A horticultura é o ramo da fitotecnia que estuda as plantas de sucessivos cultivos em um menor espaço de tempo e busca a produção de alimentos para fins comerciais e estéticos. A origem da palavra horticultura provém das palavras *hortus*, que significa jardins; e *colere*, que indica cultivar. Na horticultura podemos fazer subdivisões baseadas na finalidade da produção, para a finalidade estética e decorativa temos a floricultura, paisagismo e a jardinagem, porém, quando o objetivo é a produção de alimentos temos a olericultura e a fruticultura (JACOMINO, 2017). Essas subdivisões ou classes são conceituadas por Meira (2017) como:

**Olericultura:** classificação que corresponde à produção de verduras e legumes.

**Fruticultura:** engloba o cultivo de frutos e pode ser conceituada também como pomologia.

**Horticultura ornamental:** compreende as áreas das espécies floríferas, como a floricultura, paisagismo e jardinagem.

A horticultura tem um grande papel no agronegócio, pois é resultado da contribuição de diversas propriedades agrícolas. No ramo da horticultura são encontrados diversos tamanhos de propriedades, sendo estas pequenas, médias e grandes, que estão localizadas nas áreas rurais e também no perímetro urbano (SEBRAE, 2015a).

As práticas hortícolas já datam de 7.000 anos a.C. e desde então passam por grandes mudanças no seu sistema de produção, estando sempre em constante modernização, o que resulta no oferecimento de diversos produtos ao mercado, fazendo desse ramo da agricultura um ramo de grande diversidade que englobam uma infinidade de produtos que abastecem mercados especializados, como o orgânico, não convencional, minimamente processados, dentre outros (MEIRA, 2017).

## 2 PRÁTICAS CULTURAIS

As práticas culturais na horticultura devem ser executadas em período correto para favorecer o bom desenvolvimento da produção, buscando sempre a execução da melhor forma possível para que problemas subsequentes sejam evitados.

Para melhor entendimento teórico das práticas culturais podemos dividi-las em práticas culturais relativas ao solo e as relativas às plantas.

## 2.1 PRÁTICAS CULTURAIS RELATIVAS AO SOLO

As principais práticas culturais relativas ao solo objetivam analisar, conhecer e melhorar as condições dos solos para que se tornem hábeis à produção de hortícolas.

Teruyo Ido e Oliveira (2017) destacam a escarificação, gradagem, subsolagem, amontoa, capinas e adubação como atividades necessárias para se alcançar os objetivos anteriormente citados, os mesmos autores também conceituam a importância desses processos da seguinte forma: a escarificação revolve e fragmenta os solos com o objetivo de aumentar a aeração, melhorar as condições de humidade e diminuir os níveis de compactação. A gradagem é importante no destorroamento e nivelamento dos solos e é considerada um preparo secundário. A subsolagem é feita quando se deseja descompactar camadas mais profundas dos solos, pois a mesma é feita a uma profundidade de 30-50 cm para melhorar a infiltração no perfil do solo. A amontoa visa acumular solo em torno das plantas cultivadas sendo eficiente no controle de umidade, prevenção do acamamento e promoção de um melhor desenvolvimento dos tubérculos. A capina é geralmente feita em pequenas áreas com objetivo de limpar a área ou retirar plantas indesejadas, pode ser feita com auxílio de ferramentas manuais, tracionadas por animais ou totalmente mecanizadas. A adubação é um processo de restauração ou incorporação de nutrientes ao solo, é extremamente importante para o desenvolvimento das plantas, mas deve ser feita com base nas análises e recomendações para o solo e para a cultura que se deseja implantar.

## 2.2 PRÁTICAS RELACIONADAS ÀS PLANTAS

Assim como as práticas culturais do solo buscam melhorar a qualidade para, posteriormente, obter um bom desenvolvimento das plantas, as práticas relacionadas às plantas buscam garantir o desenvolvimento eficiente e boa produção das plantas.

Em um grande número de culturas hortícolas, principalmente nas hortaliças, se faz necessário o uso de algumas práticas para garantir uma produção eficiente e manter as plantas fora do solo, técnicas essas que podem evitar problemas que afetam a sanidade das plantas e também auxiliar na colheita.

Clemente, Mendonça e Alvarenga (2013) indicam algumas dessas técnicas aplicadas ao tomateiro, que caracteriza um bom exemplo didático de práticas culturais relacionados às plantas, pois necessita de um grande número de práticas. Os autores exploram as seguintes técnicas:

**Amarrio:** utiliza-se o fitilho de polietileno para amarrar as plantas a tutores e as conduzir, evitando que fiquem acamadas. Neste procedimento, deve-se evitar o estrangulamento da planta para não prejudicar o desenvolvimento do caule, para isso, os nós devem ser levemente afrouxados.

**Tutoramento:** é uma técnica muito importante para os sistemas de condução, existem diversos métodos de tutoramento que utilizam bambus, mourões e fios de arame que têm a finalidade de manter as plantas suspensas e longe do solo, evitando assim a incidência de doenças e pragas, além de proteger contra o pisoteio dos frutos.

**Desbrota:** consiste em retirar ramos, geralmente axilares, com o objetivo de reduzir a competição e por fotoassimilados, gerando assim frutos de maior tamanho e melhor qualidade.

**Capação:** retirada do ramo terminal da haste central da planta controlando assim o seu crescimento e melhorando a qualidade dos frutos.

**Podas e raleio de frutos e flores:** são extremamente utilizadas para o controle do crescimento, do número de frutos e de flores buscando equilibrar o porte da planta e a sua produção.

### 3 MANEJO DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS

O manejo de pragas, doenças e plantas daninhas em produtos que possuem alto valor agregado, como as flores e algumas hortaliças, ou até mesmo em culturas de alto custo de produção, como é o caso de quase totalidade das hortícolas, tem levado o Brasil a consumir cada vez mais agroquímicos para o controle desses fatores que afetam a produção e causam danos às culturas. Esse intenso consumo tem trazido malefícios àqueles que produzem e consomem esses produtos vegetais (MOURA, 2015).

Michereff Filho (s.d.) indica que o fator psicológico do produtor, que muitas vezes tem medo de não cumprir as exigências de mercado e, conseqüentemente, perder os altos investimentos feitos, o leva a fazer aplicações de produtos químicos para garantir uma boa produção. Além disso, vale salientar que o uso de agroquímicos também se encontra mais próximo da zona de conforto do produtor, pois aplicações demandam menos gastos de tempo e dinheiro do que outros meios de controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

Buscando a redução do uso excessivo de defensivos agrícolas se estabeleceu estratégias de manejo integrado, que buscam uma aliança entre todos os métodos de controle objetivando a diminuição ou a erradicação de pragas, doenças e plantas daninhas, assim se consolidaram o Manejo Integrado de pragas (MIP), Manejo integrado de doenças (MID) e o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD). Todos esses métodos são de manejo cada vez mais difundido na produção de hortícolas.

No Manejo Integrado de Pragas somente se faz o controle das pragas quando causam danos econômicos, ou seja, quando o custo da perda de produção é igual ao custo de controle, pois muitas vezes o custo do controle é superior ao que pode ser perdido pelo ataque das pragas. Com o uso do MIP pode-se reduzir em até 20% o custo de produção. Em conjunto com controle químico, também é utilizado o controle cultural, mecânico, físico, comportamental, legislativo, genético, alternativo, biológico e resistência de plantas. Para a adoção dos métodos de controle são usados critérios como a amostragem, mortalidade e ecologia da praga, assim como o nível de controle (MICHEREFF FILHO, s.d.).

No manejo integrado de doenças também são usados diversos métodos de controle na busca da diminuição de perdas por doenças, é importante que métodos de prevenção contra a entrada na área de cultivo, diminuição de inóculo do causador das doenças, formas como ele se propaga e conhecimento de formas de tratamento das doenças já instaladas sejam complementares, formando um conjunto de informações que possibilitam agir da melhor maneira e com menor custo para solucionar os problemas que podem ser causados. No manejo integrado de doenças é comum o uso de barreiras contra a entrada de agentes causadores, conhecimento do histórico da área, solarização, destruição de restos culturais e uso de defensivos agrícolas preventivos e sistêmicos para que se consiga manter as culturas livres de doenças (PEREIRA; PINHEIRO, 2013).

Assim como os anteriores, o manejo integrado de plantas daninhas usa a diversificação de métodos de controle para evitar que as plantas daninhas causem impactos negativos no desenvolvimento das plantas e produção. Os métodos preventivos sempre têm lugar de destaque nos manejos integrados, no âmbito do MIPD sempre é importante ter conhecimento das populações de plantas daninhas que já foram outrora identificadas na área, estratégia de controle cultural, como plantio na época oportuna, rotação de culturas, espaçamento adequado, transplântio de mudas, entre outros, quando associadas ao controle químico eficiente e feito no momento correto podem ser a chave para a diminuição dos prejuízos causados por plantas daninhas (SILVA; FERREIRA; FERREIRA, 2006).

## 4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Na horticultura, cada uma das classes possui certas particularidades no manejo de irrigação, por possuírem ciclos de desenvolvimento distintos até mesmo dentro da mesma classe, além de diferirem tanto nos valores de porcentagem de água na composição dos produtos por elas gerados quanto nos sistemas de produção.

As oleícolas ou hortaliças, por exemplo, geralmente possuem um ciclo de desenvolvimento curto, sistema radicular menor e grande parte dos produtos de interesse comercial compostos por água, como as folhas e os frutos. Dessa forma,

a presença de água é essencial e indispensável para que se possa gerar produtos de qualidade, pois a água é importante tanto nos processos metabólicos quanto na solubilização e transporte de nutrientes do solo para as plantas (MAROUELLI; CAIBO, 2009).

Diante dessas necessidades o manejo de irrigação objetiva sempre disponibilizar umidade necessária para que todos os processos aconteçam, mas também se deve ter responsabilidade no uso da água, e para isso se deve escolher bem o método de irrigação a ser utilizado. São amplamente encontrados três meios de irrigação empregados na horticultura, a saber: irrigação por superfície, aspersão e irrigação localizada, cada um com diferentes exemplos trazendo consigo vantagens e desvantagens (SEBRAE, 2015b).

O método de irrigação por superfície é considerado o método mais antigo de irrigação, e apesar de ter vantagens como: baixo custo fixo e de operação; não exigirem água de extrema qualidade; terem menor gasto de energia; e não sofrer interferência do vento possuem desvantagens graves como: alta demanda de água e não adequação a todos os tipos de solo, além de requererem adequações na topografia. São encontrados três exemplos que já foram bem difundidos, são eles a irrigação por sulcos, faixas e irrigação por inundação (TESTEZLAF, 2017).

A irrigação por aspersão consiste na dispersão de água por meio da partição de um dado jato d'água. Essa dispersão se dá com o uso de tubulações, por onde a água é transportada, e aspersores acoplados, ou até mesmo simples orifícios que tem a função de distribuir a água na área que se deseja irrigar. Existe uma infinidade de exemplos de irrigação por aspersão que englobam modelos fixos, móveis e totalmente mecanizados (FRIZZONE, 2017).

A irrigação localizada ou microirrigação busca aplicar água apenas em parte da área, atingindo apenas partes determinadas, como os sistemas radiculares, esse método é considerado vantajoso, pois usa menos água que os demais, porém não se aplica a todas as culturas, solos, desenhos topográficos e deve ser evitado quando a cultura tem grande sensibilidade a pequenas variações na quantidade de água (FRIZZONE, 2017).

Além da escolha do método de irrigação existem dois pontos importantes no seu manejo, que são o momento que se deve irrigar e o volume de água que deve ser aplicado.

Quanto ao momento, cada cultura possui suas particularidades que devem ser objeto de atenção do produtor, é importante conhecer quando a planta mais necessita de água, geralmente demanda menos água no início do ciclo, depois essa demanda aumenta, chegando ao ponto máximo e depois decresce. Esse ponto máximo é quando a planta não pode deixar de ser irrigada, pois pode causar dano à produção, pode-se citar, por exemplo, a época de enchimento de frutos e início de florescimento de algumas culturas. Em relação ao volume de

água deve ser levado em consideração o tipo de solo, sua capacidade de retenção, disponibilidade de água e período de desenvolvimento, além da ocorrência de chuvas. Todos esses aspectos podem ser avaliados e acompanhados por instrumentos como os tensiômetros e outros aparelhos de monitoramento de disponibilidade de água no solo (SEBRAE, 2015b).

## 5 COLHEITA

A colheita de hortaliças e flores deve ser um processo bem pensado, em que se deve sempre prezar por três fatores essenciais: o ponto de colheita, a hora em que deve ser feita e o manuseio do produto antes, durante e depois da colheita. Todos esses processos visam garantir que os produtos cheguem ao consumidor o mais semelhante possível ao seu estado natural, garantindo, assim, a qualidade e a viabilidade do seu consumo (LUENGO; CALBO, 2011).

O ponto de colheita depende da espécie e se faz necessário conhecer o ponto de maturação fisiológica do produto, ou seja, quando já está fisiologicamente maduro e possui o máximo de características organolépticas, como aroma, sabor, coloração e textura ideais para consumo. É importante lembrar que a maturação fisiológica pode ser aparentemente diferente do que se espera de um fruto maduro, por exemplo, espera-se de um tomate maduro uma cor vermelha, entretanto, a sua maturidade fisiológica se dá ainda com o fruto de coloração verde. O ponto de maturação é diferente para cada espécie, que é ditado pela cultivar utilizada, clima e solo e deve ser conhecida pelo produtor, pois a vida de prateleira depende do ponto em que o produto é colhido (PLANETA ORGÂNICO, 2017).

Os melhores horários para as colheitas são aqueles em que a temperatura está mais amena e com alta umidade relativa do ar, recomenda-se que as colheitas sejam feitas pela manhã ou ao fim da tarde, pois é importante a proteção das hortaliças e flores de altas temperaturas que podem vir a causar danos aos produtos. Quando a produção é muito grande e a colheita precisa ser feita durante todo o dia é aconselhável que os produtos colhidos sejam mantidos sob proteção de árvores ou estruturas próprias, por isso se deve fazer um estudo da logística de armazenamento e transporte desses produtos (LUENGO; CALBO, 2011).

O manuseio antes, durante e depois dos produtos deve ser alvo do treinamento dos colhedores, algumas ações precisam ser padronizadas e outras evitadas. O uso de ferramentas adequadas e higienizadas, assim como recipientes limpos para armazenamento, evitam muitos danos aos produtos. Ações como a limpeza, ou toalete, e a separação de frutos danificados são necessárias para que não ocorra contaminação dos produtos e se deve prezar pela preservação destes, evitando sempre movimentos bruscos na transferência para outros recipientes e na classificação dos produtos, para que não percam seu valor comercial por possuírem danos causados nessas etapas (SENAR, 2012).

A colheita pode ser realizada de forma manual ou mecânica. A colheita manual permite um maior nível de seleção do produto baseado no ponto de colheita ideal, levando a uma maior uniformidade e permitindo melhor classificação, é comumente encontrada em plantios de países em desenvolvimento e demanda mais mão de obra. Por outro lado, a colheita mecânica é bastante empregada em produtos destinados a agroindústrias, exigindo aquisição de máquinas e característica de plantios em grande escala (LUENGO; CALHO, 2011).

## 6 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

Os métodos de conservação, ou a falta deles, são os grandes responsáveis pelas perdas dos produtos vegetais. Em países em desenvolvimento as perdas podem chegar a 50% de tudo o que é produzido, no Brasil, por exemplo, estima-se que esta perda seja de aproximadamente 30%, principalmente em produtos mais sensíveis, como hortaliças folhosas e flores (LUENGO; CALHO, 2011).

São comumente avaliados três tipos de perdas, as quantitativas, qualitativas e nutricionais.

As perdas quantitativas são aquelas que levam à redução do peso do produto, seja por perda de água ou matéria seca, também podem ser incluídas as perdas por danos mecânicos ocasionados por manuseio incorreto. As perdas quantitativas indicam perdas de padrões de qualidade que modificam o sabor, aroma e textura dos produtos, fazendo com que não se encaixem nas características que indicam um produto de qualidade. Por fim, as perdas nutricionais são aquelas resultantes das modificações nas quantidades de nutrientes originais dos produtos, essas perdas são ocasionadas por reações metabólicas e levam à depreciação e decréscimo do valor comercial (BEZERRA, 2003).

Na busca por produtos de qualidade vários fatores importam, tais como aparência, sabor e aroma, são critérios que devem sempre ser observados, assim como os possíveis níveis de contaminação microbiológica e química dos produtos, principalmente os que são destinados à alimentação, para que possa garantir a segurança dos alimentos e que possam ser consumidos sem danos à saúde humana (CENCI, 2006).

A conservação pós-colheita dos produtos depende de ações feitas antes mesmo da colheita. Uma pré-colheita e colheita eficiente podem ser bons aliados dos métodos de conservação. Um produto colhido dentro dos padrões de higiene e prevenindo possíveis danos mecânicos tem incidência de agentes contaminantes reduzidos (CENCI, 2006).

Os métodos de conservação pós-colheita visam prevenir e retardar os três tipos de perdas anteriormente conceituados e encontram na manipulação do ambiente e em meios de armazenamento soluções para o aumento da vida útil e de prateleira dos produtos hortícolas.

Vamos explorar os métodos de controle de temperatura e modificação na atmosfera por serem os mais utilizados no mercado. O controle da temperatura, tanto na vida de prateleira, como no armazenamento, visa reduzir o metabolismo dos produtos, fazendo com que sejam mais duráveis. Para o controle da temperatura podem ser utilizados métodos de resfriamento com ar, água, gelo e vácuo, sendo cada método escolhido conforme o produto e a sua finalidade (BEZERRA, 2003).

Quando se deseja utilizar a modificação de atmosfera na conservação de alimentos, deve-se buscar o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> e a diminuição de oxigênio no ambiente, estratégias como o uso de filmes e recipientes podem aproveitar o CO<sub>2</sub> produzido na respiração para a modificação da atmosfera, fazendo com que se consiga manter um bom nível e prolongar a vida do produto, as duas formas de conservação são geralmente utilizadas concomitantemente para que se tenha sucesso na conservação dos produtos (BEZERRA, 2003).

## 7 COMERCIALIZAÇÃO

O mercado consumidor de hortaliças e flores é diferenciado, pois é de extrema importância que os produtos agrícolas cheguem ao público-alvo de forma rápida e com extrema qualidade, livre de defeitos e sem alteração no sabor.

Aproximadamente 60% de tudo o que é produzido é vendido em mercados atacadistas, porém o mercado de venda direta também possui uma grande importância no setor. Feiras livres, sacolões e veículos revendedores podem ser citados como exemplos de estabelecimentos onde são facilmente encontrados diversos produtos hortícolas (SEBRAE, 2015a).

Quando se trata da comercialização de flores, por possuírem uma perecibilidade ainda maior que a maioria dos frutos, algumas especificidades são notadas na sua comercialização. Podemos destacar dentro do mercado atacadista os leilões de flores, que permitem a compra de maiores quantidades por menores preços e o mercado on-line, onde é possível que os compradores escolham os produtos e consultem a disponibilidade, tempo de entrega, preço e demais especificações, além desses, outros ramos de mercado também são bem expressivos, como os centros de distribuição públicos e privados, como o SEASA e SEAGESP, e os contratos de intermediação que podem ser oficializados ou não e podem perdurar por um prazo curto, médio ou longo (FERREIRA, 2015).

Pires Junior (2015) indica que alguns fatores podem levar ao sucesso na comercialização hortícola, segundo ao autor, critérios como a logística, padronização e embalagem, selos de certificação, diversificação de produtos, busca de associações e cooperativas podem facilitar a chegada e exposição dos produtos aos consumidores, tendo como resultado final melhores preços e maior espaço de mercado.



Leia os seguintes materiais:

FONTES, P. C. R. **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2005.

ZAMBOLIM, L.; LOPES, C., A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. **Manejo integrado de doenças e pragas**: hortaliças. Viçosa: UFV; DFP, 2007.

# RESUMO DO TÓPICO 3

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A horticultura é o ramo da fitotecnia que estuda as plantas em sucessivos cultivos, em menor espaço de tempo.
- A horticultura está dividida em: olericultura, fruticultura e horticultura ornamental.
- As principais práticas culturais utilizadas na horticultura são: a escarificação, a gradagem, subsolagem, amontoa, capinas e adubação.
- As práticas relacionadas às plantas buscam garantir o desenvolvimento das plantas e elevadas produções.
- O manejo de pragas, doenças e plantas daninhas em horticultura tem levado ao uso cada vez maior de agroquímicos.
- A irrigação deve ser manejada para fornecer umidade às plantas, mas deve-se atentar ao excesso de água, o que pode prejudicar as plantas, ocasionando doenças.
- A colheita deve obedecer a três quesitos: o ponto de colheita, o horário correto e o manuseio do produto. Estes cuidados garantem que o produto chegará ao consumidor com qualidade.
- A conservação pós-colheita depende de ações realizadas antes da colheita.
- A colheita dentro dos padrões sanitários e agrícolas garante um produto sem danos mecânicos e sem incidência de contaminantes.
- A comercialização deve ser rápida, os produtos devem ser de ótima qualidade, sem defeitos e sem alteração do sabor.

## AUTOATIVIDADE



- 1 Cite três técnicas utilizadas para garantir a produção de hortícolas. Descreva-as.
- 2 Quais são os principais métodos de conservação pós-colheita utilizados na horticultura?
- 3 Explique por que o manejo integrado de pragas é importante.





## 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura consiste em todas as atividades de cultivo de plantas frutíferas com o objetivo de obter-se frutos comestíveis para posterior comercialização. O Brasil ocupa uma posição de destaque na produção mundial de frutas, consolidando-se como o 3º maior produtor de frutas do mundo, ficando atrás apenas da China e Índia. Com uma produção de mais de 38 milhões de toneladas, este ramo da agricultura tem se destacado como um dos setores de grande importância para o agronegócio brasileiro (SEBRAE, 2015a).

A grande produção de frutas no Brasil se deve principalmente às condições climáticas favoráveis, que devido a sua dimensão continental expressa características tropicais e subtropicais, possibilitando o cultivo de diferentes tipos de frutas ao longo do ano e em todo o território nacional (PASSOS; SOUZA, 1994).

A agricultura, assim como os demais seguimentos econômicos, busca a diversificação dos produtos oferecidos ao mercado com o objetivo de maior lucratividade. Reinhardt (1996) já caracterizava a fruticultura como uma das fontes de diversificação da agricultura no Brasil, pois a atividade oferece ao mercado não apenas possibilidade de frutos in natura, mas também a possibilidade do processamento destes, o que rende uma infinidade de produtos comerciais.

Hoje, o Brasil produz frutas em todas as suas regiões, cada uma delas com suas particularidades, que são determinadas pelo clima de cada região. As regiões Norte e Nordeste, por exemplo, possuem uma grande importância na produção de frutas tropicais, como banana, mamão e maracujá; as regiões Sul e Sudeste, por sua vez, tem maior importância na produção de frutas de clima subtropical e temperado, como pêssego, maçã e citros (NUNES, 2008).

Além da importância econômica, a fruticultura também possui um importante papel social e de desenvolvimento regional, pois a atividade emprega diretamente cerca de 5,6 milhões de brasileiros, o que representam 27% dos trabalhadores do campo (DECININO, 2007). Esse grande número de trabalhadores envolvidos na produção de frutas se deve principalmente à atividade ter grande contribuição da agricultura familiar e da necessidade de muitos tratamentos culturais manuais.

## 2 PREPARO DO SOLO

Para o cultivo de espécies frutíferas o preparo da área visa criar condições favoráveis para o desenvolvimento satisfatório das plantas, neste sentido, faz-se necessário adequar as condições físicas e químicas do solo às exigidas pelas culturas, para assim obter êxito na produção.

As principais ações requeridas para a obtenção de solos bem preparados são: gradagem, destocamento, roçagem, lavração, calagem e preparo das covas ou sulcos. Essas atividades são definidas por Mello (2003) da seguinte forma:

- Gradagem: é o processo de nivelamento dos solos após revolvimento, tem como principal função facilitar o plantio a aplicação de adubos.
- Destocamento: é a retirada de vegetação mais desenvolvida como, por exemplo, troncos de árvores e sistemas radiculares mais densos, essa atividade é feita, geralmente, quando a área era de mata fechada ou vegetação mais abundante, com o objetivo de facilitar as demais atividades de preparo do solo.
- Roçagem: é a eliminação de vegetação (arbustos e galhos) da área por processo manual ou mecanizado, onde não é indicada a queima.
- Lavração: objetiva a mobilização ou revolvimento do solo e a sua intensidade depende das condições atuais do mesmo.
- Calagem: consiste na aplicação de calcário com finalidade de eliminar os efeitos da presença de alumínio e manganês livres, que podem ser tóxicos para as plantas cultivadas.
- Abertura de covas e sulcos: as covas e sulcos que receberam as mudas são normalmente abertas após o nivelamento do solo e possuem dimensões distintas para cada uma das espécies de fruteiras.

Para a correção química também se faz importante a realização de análise química dos solos, buscando informações de acidez e diagnosticar o estado nutricional dos solos para posteriormente adequá-lo às necessidades da cultura que se deseja implantar.

Para a realização da análise de solo deve-se coletar amostras de áreas homogêneas, se a área que se deseja implantar um pomar tiver diferenças significativas, deve-se então fazer uma amostragem de solo por áreas homogêneas. A amostra que vai para o laboratório deve ser representativa e composta por subamostras do terreno, geralmente são utilizadas quinze subamostras. Para o cultivo de fruteiras, deve-se amostrar a área em três profundidades, de 0-20 cm, de 20-40 cm e de 40-60 cm, devido ao desenvolvimento das raízes no perfil do solo. Diante dos resultados da análise de solo se torna possível inferir sobre o estado químico deste, podendo então proceder às correções adequadas e as necessidades de adubação (FRONZA; HAMANN, 2014).

### 3 PROPAGAÇÃO

A forma de propagação de fruteiras tem influência direta na implantação, renovação e manutenção de pomares, pois indicam como será a produção de mudas. As fruteiras podem ser propagadas de forma sexuada, onde são utilizadas sementes para a propagação, ou de forma assexuada, método que utiliza estruturas das plantas como folha, gema, ramo ou raiz para a obtenção de uma nova planta idêntica à planta mãe. A propagação assexuada também é conhecida por propagação vegetativa ou clonagem. Cada um dos métodos deve ser escolhido conforme as particularidades de cada cultura e possuem vantagens e desvantagem (FRONZA; HAMANN, 2014).

Algumas fruteiras só se propagam por sementes, como os coqueiros e mamoeiros, por exemplo. Esse método de propagação também é utilizado na propagação de fruteiras nativas, melhoramento genético e na formação de porta-enxertos, mas não é tão recomendado para a implantação de um pomar comercial, na maioria das fruteiras, pois as mudas obtidas por sementes geralmente apresentam grande variabilidade no seu desenvolvimento, podendo levar à desuniformidade do pomar, além de necessitarem de um longo período para o início da produção de frutos (FRANZON; CARPENEDO; SILVA, 2010).

Quando se utiliza a forma assexuada ou vegetativa como método de propagação é possível usufruir de diversas vantagens, pois é possível manter a uniformidade das plantas, melhorar a qualidade dos frutos, reduzir o período vegetativo e diminuir o porte da planta que traz inúmeras vantagens no manejo e nos tratos culturais. As principais formas de propagação assexuada se dão por propagação via estacas, enxerias, mergulhias e por estruturas especializadas das plantas, quando se fornecem condições favoráveis para o enraizamento e pegamento dessas técnicas é possível a obtenção de um grande número de mudas e com alto nível de qualidade (FRANZON; CEZAR, 2010).

### 4 PRODUÇÃO DE MUDAS

A qualidade das mudas pode indicar o sucesso ou insucesso na implantação do pomar, após a escolha da ou das culturas que se deseja implantar é indicada a busca por mudas de alta qualidade, para o alcance dos níveis de qualidade, as mudas devem ser adquiridas em viveiros de mudas frutíferas devidamente credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As mudas adquiridas devem ter boas condições de desenvolvimento, o que implica estarem com um bom estado nutricional, possuírem capacidade de bom uso da água, suportarem amplitudes térmicas e possuírem uma boa capacidade de defesa contra pragas e doenças (FRONZA; ZANER, 2014).

Na busca por mudas superiores foram estabelecidos alguns padrões que devem ser atendidos para obter-se uma muda de qualidade, são eles:

- As mudas devem ser uniformes, possuírem mesmo tamanho e diâmetro da haste principal.
- Devem possuir boa sanidade, estando livres de sintomas de pragas, doenças e da presença de plantas daninhas.
- É importante que possuam bom vigor e bom desenvolvimento de copa.
- Mudas enxertadas devem possuir, também, boa cicatrização na região de enxertia, não possuindo ramos ladrões provenientes do porta-enxerto.

## 5 PODA

A poda tem diferentes funções que já são bem estabelecidas na maioria das espécies cultivadas. O seu uso é baseado na fisiologia da planta, onde se percebe que o alto grau de desenvolvimento de folhas, o vigor vegetativo, pode interferir diretamente na produção de frutos, fazendo com que seja menor. Outro conceito estabelecido é que a quantidade de frutos produzidos é inversamente proporcional à qualidade destes, ou seja, quando ocorre uma grande produção, geralmente os frutos são de tamanho reduzido e a qualidade é inferior. Por esses motivos as técnicas de aplicação de poda são altamente utilizadas no controle vegetativo e produtivo das plantas (FILHO; MEDINA; SILVA, 2011).

### 5.1 CONCEITOS BÁSICOS

A poda nos sistemas de cultivos de plantas é utilizada para uma alteração no desenvolvimento natural das plantas. A palavra poda é originada do latim, especificamente da palavra *putare*, que significa desbastar ou tirar ramos.

A história da poda nos leva a diferentes culturas, como a cultura grega, que indica que a origem da poda se deu por um asno que se alimentando de ramos de árvores as diferenciou das demais, outros contam que foi através da alimentação de cabras e ovelhas ou até mesmo de fenômenos naturais, como chuvas de granizo, que realizaram a poda de plantas. O que se sabe é que a poda acompanha a história da humanidade e que já é relatada em livros antigos e sagrados como a Bíblia, onde Jesus já mencionava a existência de podas de plantas (SCARPARE FILHO; MEDINA; SILVA, 2011).

Independente do agente causador, o agricultor pode observar que plantas que tinham partes arrancadas, sejam por animais ou agentes naturais, possuíam melhor desenvolvimento que as demais que não haviam sofrido tipo de dano algum. Diante do contexto atual de produção de frutas a poda se torna essencial para uma boa produção, principalmente em fruteiras perenes (SCARPARE FILHO; MEDINA; SILVA, 2011).

Souza (1986) indica que a poda tem como principais objetivos:

- Conduzir as plantas como se deseja.
- Retirar ramos indesejáveis, doentes e mortos.
- Induzir as plantas a produzirem ramos vegetativos e reprodutivos de forma equilibrada.
- Aumentar o vigor das plantas.
- Aumenta a quantidade e a qualidade de frutas produzidas.
- Diminuir a alternância de produção de frutos, tornando as safras mais homogêneas.

## 5.2 TIPOS DE PODA

Para alcançar todos os objetivos acima citados as podas são divididas em três tipos, sendo eles: as podas de formação, limpeza e frutificação, cada uma com sua importância para o cultivo de espécies frutíferas.

### 5.2.1 Poda de formação

Considerada um dos tratos culturais mais importantes na instalação de um pomar, a poda de formação objetiva a formação da estrutura adequada das plantas buscando uma boa distribuição de ramos, fazendo com que a planta receba luz e arejamento no interior da copa. Uma poda de formação bem-feita facilita os demais tratos culturais, além de garantir uma maior proteção a tombamentos e rachaduras do tronco (SCARPARE FILHO; MEDINA; SILVA, 2011).

A poda de formação também pode ser denominada de poda de condução ou poda de educação, por garantir o desenvolvimento da planta de forma adequada para a exploração frutícola. Geralmente, este tipo de poda é primeiramente conduzida nos viveiros garantindo a formação de uma muda com ramos bem distribuídos ou em sistemas de haste única, sistema muito comum em fruteiras, como macieiras e pessegueiros, posteriormente a poda de formação é continuada quando as plantas já estão em campo, na maioria das culturas frutíferas a poda de formação é continuada nos primeiros três a quatro anos, buscando sempre estabelecer uma forma adequada para a produção de frutas (VIEIRA; MELO, s.d.).

### 5.2.2 Poda de limpeza

Esta operação tem como objetivo a retirada de todos os ramos secos, doentes, improdutivos e mal desenvolvidos, busca-se sempre manter as plantas livres de doenças e pragas e a poda de limpeza é uma aliada na manutenção do estado sadio das plantas. Esta poda é feita sempre que necessário e ajuda a manter sempre um bom equilíbrio de ramos nas plantas, facilitando, também,

a entrada de luz no interior da copa e mantendo o arejamento, dificultando a formação de microclima, que pode favorecer o desenvolvimento de pragas e doenças (MAGALHÃES et al., 2005).

### 5.2.3 Poda de frutificação

A poda de frutificação consiste na retirada de alguns ramos frutíferos para manter o controle da produção, evitando assim um número grande de frutos que possuam tamanhos e qualidade inferior ao desejado, busca-se equilibrar ramos vegetativos e reprodutivos na planta evitando também o declínio precoce das plantas (VIEIRA; MELO, s.d.).

Como se objetiva manter um equilíbrio, a poda de frutificação não leva a uma maior produção, mas busca nos frutos produzidos critérios de qualidade que atendam ao mercado de consumo (SCARPARE FILHO; MEDINA; SILVA, 2011).

Podas de frutificação são essenciais em fruteiras de clima temperado, como pêssogo, ameixa, videira, entre outras, pois também são eliminados ramos que produziram no ano anterior, fazendo com que os ramos que produziram frutos no ano de produção tenham melhor desenvolvimento. Filho (2011) salienta que plantas que não são podadas acabam produzindo safras desiguais, um ano produzindo muito e no ano seguinte obtendo uma baixa produção, diante disso, chama-se a atenção para a importância da poda de frutificação.

## 5.3 ÉPOCA DA PODA

As podas geralmente são realizadas em duas estações do ano, no inverno e no verão. As podas de inverno também recebem o nome de podas secas, já as podas de verão recebem o nome de podas verdes.

### 5.3.1 Poda de inverno ou poda seca

Esse tipo de poda é amplamente realizado em fruteiras caducifólias, ou seja, as fruteiras que perdem as suas folhas no inverno, são exemplos, os pessegueiros, ameixeiras, videiras, entre outras. Nessas plantas são retirados os ramos que frutificam muito cedo, ramos ladrões e malformados. O melhor momento para a realização dessa poda é no início do aparecimento dos botões florais, porém, deve atentar-se às geadas tardias que podem trazer sérios danos às plantas, quando se tem conhecimento da ocorrência dessas geadas, deve-se atrasar o máximo a realização desse tipo de poda (VIEIRA; MELO; FILHO, s.d.; MEDINA; SILVA, 2011).

Segundo Simão (1998), a poda deve ser feita após a caída das folhas, pois nesse momento as plantas já realocaram as reservas nos troncos e raízes, quando feitas antes podem ser perdidas essas reservas importantes para o bom desenvolvimento das plantas, porém, quando a poda é feita muito depois e as plantas já voltaram a brotar corre-se o risco do aumento da ocorrência de doenças, então deve-se ficar atento a esse processo.

### 5.3.2 Poda de verão ou pode verde

A poda verde consiste em um conjunto de atividades que são realizadas no período vegetativo e reprodutivo das plantas, que é feito no verão, e, assim como as demais visa arejamento, aumento da insolação, melhoria na qualidade de frutos e na arquitetura das plantas.

As atividades realizadas nessa poda são: esladroamento, desponte, desbrota, desfolha, raleio de frutos e flores e desnetamento. De acordo com Filho, Medina e Silva (2011), essas operações podem ser definidas como:

- Esladroamento: retirada de ramos ladrões, são conceituados assim os ramos muito vigorosos que competem por luz, água e nutrientes com os ramos produtivos. Devem ser retirados para evitar o desequilíbrio nutricional das plantas, que podem ser causados por eles.
- Desponte: realiza-se o encurtamento de ramos apicais, diminuindo a dominância apical e favorecendo o desenvolvimento de frutos e de ramos laterais.
- Desbrota: é a retirada de novos brotos improdutivos e em grande número, diminuindo assim o gasto energético para a sua manutenção e desenvolvimento.
- Desfolha: consiste na retirada de folhas em excesso para aumentar a iluminação, reduzir o tamanho da copa e retirar folhas doentes que podem ser fontes de inóculo. Nesta operação, deve-se ter cautela, pois a retirada de folhas de forma excessiva pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, devido à importância da fotossíntese que ocorre nas folhas.
- Raleio de frutos e flores: essa operação pode trazer grandes benefícios em qualidade para os frutos, mas possui um elevado custo. A atividade baseia-se na retirada do excesso de flores para uma menor frutificação e, assim, frutos de maior tamanho e melhor qualidade, assim como a retirada de frutos, mantendo apenas uma qualidade satisfatória para não perder-se em qualidade, geralmente são retirados frutos atacados por pragas e doenças, que possuem má-formação, frutos de pequenos tamanhos e mal localizados, o raleio manual é o mais indicado e de maior eficiência, porém de maior custo, alternativo a ele pode ser feito o raleio químico ou mecanizado.
- Desnetamento: atividade muito comum em lavouras de videiras, pois é caracterizada pela retirada de ramos laterais ao ramo principal das videiras, esses ramos laterais recebem o nome de ramos “netos”.

## 5.4 INTENSIDADE DA PODA

A depender do estado, vigor e sistema de condução das plantas, procede-se à intensidade da poda para adequar as plantas à estrutura conveniente.

As podas podem ser drásticas, onde a intensidade da poda é alta, retirando muitos ramos, folhas e frutos. Essa poda também é conhecida como poda curta, pois os ramos ficam bem encurtados após a finalização do procedimento.

Podas menos agressivas são chamadas de podas leves ou de ramos longos, nessa intensidade a poda não retira tantas partes das plantas deixando os ramos com quase todo o seu comprimento original. Por fim, as podas de intensidade média se caracterizam pelo ponto médio entre as anteriormente citadas, mantendo o comprimento médio dos ramos e não retirada drástica de folhas.

## 6 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS

Para que se obtenha resultados satisfatórios nos cultivos agrícolas é necessário que sejam evitadas todas as fontes de perturbação que possam atrapalhar o desenvolvimento das plantas, apesar destas possuírem defesas naturais. Alguns fatores como pragas, doenças e plantas daninhas severas podem perturbar ou suprimir o crescimento delas.

Buscando evitar que esses agentes causem prejuízos aos cultivos agrícolas, diversas ações são feitas para minimizar as perdas e permitir que as culturas gerem os produtos de interesse.

### 6.1 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas se faz extremamente necessário devido aos danos que elas podem causar à cultura de interesse, pode-se então conceituar as plantas daninhas como qualquer planta superior que interfira nos objetivos do homem e do meio ambiente (PITELLI, 2015).

Como a produção de frutos comestíveis e de qualidade é o objetivo central da fruticultura, são consideradas plantas daninhas todas as que de alguma forma interferem no alcance desse objetivo.

O controle de plantas daninhas se torna eficiente quando se adota um manejo integrado, em que se entende como manejo integrado de plantas daninhas um conjunto de medidas para o controle eficiente dessas espécies (EMBRAPA, 2017). Busca-se sempre a redução da população de plantas daninhas a ponto de que estas não interfiram na produção.

Alguns métodos de controle compõem o manejo integrado de plantas, são eles: controle preventivo, cultural, químico, físico e mecânico.

Fronza e Zaner (2014) conceituam e caracterizam os principais métodos de controle de plantas daninhas da seguinte maneira:

- Controle preventivo: são todas as ações que impedem a entrada de plantas invasoras na área, por exemplo: a aquisição de mudas certificadas e produzidas em substrato esterilizado ou mudas de raízes nuas, evitar que animais transitem na área, não permitir o tráfego de máquinas que anteriormente tenham sido usadas em áreas infestas sem que tenha sido feita limpeza prévia.
- Controle cultural: esse método baseia-se na adoção de boas práticas culturais que levam à conservação do solo e bom uso da água, buscando a redução do banco de sementes de plantas daninhas da área, atividades como cobertura do solo, uso de variações de espaçamento e rotação de culturas são amplamente empregadas nesse método.
- Controle químico: é o emprego de produtos químicos na eliminação de plantas daninhas, esse método tem como principais vantagens um menor tempo para um melhor controle, não necessitando o revolvimento do solo e não trazendo danos mecânicos às raízes, porém é importante ater-se à necessidade do uso de equipamentos de segurança para a proteção individual do aplicador, além de serem utilizados produtos certificados pelo MAPA, seguindo as normas estabelecidas para cada um dos produtos.
- Controle físico: entende-se por controle físico as técnicas que utilizam barreiras físicas para eliminação de daninhas; solarização e cobertura vegetal são as atividades mais utilizadas desse método no controle de plantas daninhas na fruticultura.
- Controle mecânico: utilizam-se equipamentos mecânicos ou manuais, como o arranquio, roçada e capina para a retirada das plantas da área.

## 6.2 MANEJO DE PRAGAS

As pragas que afetam as plantas podem ocasionar vários prejuízos à produção, pois os insetos se alimentam de partes das plantas trazendo prejuízos às funções estruturais e bioquímicas das plantas, que podem refletir na perda de qualidade dos frutos e no declínio das plantas.

Com o objetivo de controlar e reduzir os danos causados pelas pragas, foram e continuam sendo desenvolvidos métodos de controle que juntos fornecem a possibilidade de um sistema de atividades de manejo, que quando integradas formam o manejo integrado de pragas. São utilizados o controle físico, químico, mecânico, genético, cultural e legislativo para o controle de pragas.

Picanço (2010) exemplifica cada um dos métodos de controle mais utilizados em fruticultura. No controle físico, as principais ações utilizadas em fruticultura são: cobertura e solarização dos solos e tratamento térmico de frutos.

**Controle mecânico:** catação de insetos e esmagamento, uso de barreiras e controle de abelhas e formigas.

**Controle cultural:** aquisição de mudas de qualidade, execução correta das podas, manejo de daninhas, escolha da área para a implantação do pomar e destruição de restos culturais e de plantios abandonados em torno da área.

**Controle biológico:** uso de inimigos naturais, plantios próximos a matas e uso de inseticidas seletivos para aumento da população de inimigos naturais.

**Controle químico:** como no controle de plantas daninhas e de doenças também se faz uso de compostos químicos para o combate de insetos, para cada praga ou grupo de pragas existem inseticidas específicos e sempre se faz necessário que antes da aplicação seja consultado um profissional treinado que possa fazer a recomendação do produto, indicando a dose e a frequência de aplicação.

## 6.3 MANEJO DE DOENÇAS

O controle de doenças deve ser pensando até mesmo antes do início da atividade agrícola, é recomendável saber o histórico da área e evitar a implantação de pomares em áreas já identificadas com a ocorrência de doenças que possam afetar de forma brusca a cultura que se deseja implantar.

As medidas de controle preventivo devem ser aliadas do produtor, a instalação de quebra-ventos junto ao controle de entrada na área, evitando sempre pessoas, animais e máquinas que venham de áreas infestadas sem prévia higienização, podem ser barreiras para as doenças auxiliando na manutenção destas fora da área (FRONZA; ZANER, 2014).

É importante atentar-se ao estado nutricional das plantas e à quantidade de nitrogênio fornecido, pois plantas bem nutridas são mais capazes de desenvolver suas autodefesas. Quando se fizer necessário o uso de controle químico, este deve ser feito de forma responsável, buscando e seguindo as informações de tecnologia de aplicação, concentração, indicação e dose do produto para que este não seja maléfico à planta, mas somente ao patógeno (FRONZA; ZANER, 2014).

## 7 IRRIGAÇÃO

O emprego da irrigação na produção de frutas brasileiras é um dos grandes responsáveis pelo aumento na produção, principalmente nas fruteiras tropicais e na citricultura, deve-se dar destaque ao polo de produção do Vale do São Francisco, considerado modelo no Brasil, devido ao uso da irrigação e outras técnicas de produção que elevaram a produtividade e conceituaram a região como um importante polo de produção de frutas para exportação. O clima quente

e seco aliado à disponibilidade de água, devido à posição estratégica próxima às margens do Rio São Francisco, facilitam o desenvolvimento das fruteiras e a produção durante todo o ano (BUSTAMANTE, 2009; BARBOSA, 2008).

Assim como nas demais culturas a irrigação deve ser pensada com base no conjunto de fatores para a determinação de um sistema de irrigação, características de solo e clima devem ser observadas para a instalação do sistema adequado, pois deve-se ter cautela no uso da água. Diante disso, faz-se necessário o estudo de perdas por evaporação e percolação no solo. São comuns em fruteiras os sistemas de irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento. É importante lembrar que na maioria das fruteiras o sistema radicular possui grande desenvolvimento e profundidade e por isso o sistema deve atender à necessidade de demanda de água, frequência e lâmina de irrigação para o bom desenvolvimento das plantas (SOARES; COSTA; NASCIMENTO, 2006).

## 8 COLHEITA

Um importante quesito necessita ser respeitado na colheita de frutas, deve ser observado o estado de maturação mínimo das frutas para iniciar a colheita, esse critério é ditado pelas variedades utilizadas, podendo estas serem precoces, médias ou tardias; outra característica que pode influenciar é o destino das frutas, se estas serão utilizadas para consumo in natura ou processamento (GIRARD; BENDER, 2003).

Durante a colheita alguns critérios devem também ser respeitados, deve ser feita a seleção de frutas no campo não havendo assim a mistura de frutos doentes ou que já se encontram no chão para que não haja contaminação dos sadios. Devem ser utilizados materiais adequados e higienizados para a retirada e acomodação dos frutos. Sempre é indicada a utilização de matéria não abrasiva e preferencialmente de plástico para a boa acomodação, evitando sempre a lesão dos frutos, é importante que os frutos não sejam mantidos ao sol após serem colhidos para que não afetem a sua vida pós-colheita (GIRARD; BENDER, 2003).

Para um maior tempo de prateleira e uma eficiente pós-colheita de frutos se faz essencial que essa seja feita de forma adequada, devem ser evitadas operações como acondicionamento dos frutos em sacos ou caixas de forma brusca, a superlotação dos recipientes de colheita, o contato dos frutos com galhos para evitar danos e a colheita deve ser evitada nas horas mais quentes do dia (CENCI; SOARES; JÚNIOR, 1997).

Os tipos de colheita encontrados no Brasil se dividem quanto ao uso de mão de obra. Hoje são utilizadas a colheita manual, manual com equipamento de auxílio e mecanizada, cada um dos métodos possui seus benefícios e seus limitantes.

A colheita manual tem como principal vantagem a sensibilidade do tato e visão do colhedor, que quando bem treinado pode fazer uma seleção de qualidade, colhendo apenas frutos aptos para o consumo, resultando em menores danos de colheita, mas tem como principal desvantagem o alto custo em algumas regiões do Brasil. A colheita manual com equipamentos de auxílio também já se faz presente em algumas regiões do Brasil, apesar de serem bem mais comuns em países como os Estados Unidos da América e Austrália, os equipamentos de auxílio variam desde simples lâminas de corte até modernos plataformas que facilitam a colheita e trazem melhores condições de trabalho aos colhedores, por fim, a colheita mecanizada necessita de um número menor de mão de obra, traz maior agilidade na colheita e diminuição dos custos, principalmente a longo prazo, mas não pode ser empregada em algumas fruteiras devido à alta sensibilidade e à grande exigência dos consumidores no que diz respeito à aparência dos frutos (FERREIRA; MAGALHÃES, 2008).

## 9 COMERCIALIZAÇÃO

O mercado de frutas é um importante ramo do agronegócio brasileiro, segundo Decinino (2007), cerca de 95% de toda a produção de frutas é consumida no Brasil. O consumo se dá principalmente por meio da fruta in natura, sucos, néctares, drinques de fruta e diversos outros tipos de produtos à base de fruta (SEBRAE, 2015a).

A exportação de frutas brasileiras ainda é um desafio, pois ainda se fazem necessárias melhorias nos sistemas de produção e classificação de frutas, assim como aumento do nível tecnológico empregado, mas muitos avanços têm sido alcançados, regiões de alto nível tecnológico tem se consolidado principalmente nas áreas de agricultura irrigada do norte e nordeste, o que tem aumentada a competitividade das frutas brasileiras no que tange aos critérios de qualidade e preço (NUNES, 2008).

Atualmente, os países da união europeia são os maiores compradores internacionais de frutas brasileiras, mas não demonstram aumento na demanda por frutas, pois o mercado é considerado estável desde 2008 (REEZT, 2015). Atualmente, as frutas mais exportadas têm sido a manga, melão, limão, uva e mamão, tendo como principais estados exportadores o Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, São Paulo e Pernambuco (CARVALHO, 2017).

Outro mercado exportador em que o Brasil tem atuado é o mercado de frutas processadas, sendo o suco de laranja processado o produto mais exportado e que rendeu maior lucro ao país, mais de dois bilhões de toneladas de produtos processados originados de frutas foram exportados, gerando uma receita de aproximadamente 2,3 bilhões de dólares (REEZT, 2015).

Diante de informações da Organização Mundial da Saúde (OMS), que mostram que apenas 24,1% dos brasileiros consomem a quantidade de frutas e verduras indicadas para evitar doenças crônicas e fatores de risco (EBC, 2015) mostra a potencialidade de aumento do mercado, principalmente diante das novas preocupações mundiais relacionadas a uma vida mais saudável.

Em 2016, o Brasil bateu recorde no valor arrecadado pela produção de frutas, foram mais de 33 bilhões de reais, um aumento de 26% quando comparado ao ano anterior, o segundo maior aumento desde 2001. Os estados com maior representatividade no ramo foram São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que juntos somaram 59% do valor da produção de frutos (IBGE, 2017).

As frutas mais consumidas pelos brasileiros são a banana, laranja, melancia, maçã e o abacaxi, frutas que estão disponíveis em todas as regiões na maior parte do ano, as regiões brasileiras que mais consomem frutas são as regiões sul e sudeste do Brasil, consumindo, respectivamente, 37 e 30 kg de frutos per capita/ano (COGO, 2015).

Os grandes centros de comercialização atacadistas de frutas no Brasil se dão via centrais de abastecimentos estaduais (CEASAS) ou pela Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), no estado de São Paulo. A CEAGESP é considerada o mais importante mercado atacadista da América Latina, e assim como os centros de abastecimento estaduais, recebe frutas frescas advindas de diversos produtores. Os produtos encontrados nos CEASAS e na CEAGESP geralmente são vendidos diretamente por produtores que possuem transporte ou por atravessadores que comprem as mercadorias e depois a repassa aos centros de abastecimento e armazenamento (ARAÚJO et al., 2011).

O mercado varejista de frutas no Brasil é feito, na maioria das vezes, por estabelecimentos especializados em hortifrúti ou por mercados com uma abrangência maior, como os supermercados ou hipermercados. No caso de mercados especializados em hortifrúti, como os sacolões, pequenos mercados e quitandas, geralmente as frutas são oferecidas por representantes ou atravessadores que adquirem os produtos nas centrais de abastecimento e fornecem a esses estabelecimentos menores, já as grandes redes de supermercado, por possuírem maiores exigências quanto à padronização, adquirem os produtos por meio de centrais de compra, adquirindo o produto diretamente do produtor (ARAÚJO et al., 2011).

As feiras livres também são uma importante forma de aquisição de frutas nos estados brasileiros, segundo Cazane, Machado e Sampaio (2014), que realizaram um estudo sobre o perfil de consumidores de frutas advindas de feiras livres, o mercado tem características específicas que se adaptam ao público-alvo e se dão, na maioria, por pessoas acima de 50 anos e que prezam pela qualidade e origem dos produtos comercializados, assim como a constância na compra de determinados produtos.



Sugerimos a leitura dos seguintes materiais:

PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. Lavras: UFLA, 2014.

Cultivo do citrus. Siqueira, D. L., Salomão, L. C. C. **Citros do plantio à colheita**. Viçosa, UFV. 278 p. 2017.

PENTEADO, S. R. **Enxertia e poda de fruteiras**. Via orgânica. 192p. 2010.

# RESUMO DO TÓPICO 4

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, atrás apenas da China e Índia.
- Nosso país tem boas condições climáticas para a produção de espécies fruteiras, devido às suas características tropicais e subtropicais.
- A fruticultura tem uma importância social e de desenvolvimento regional, pois emprega cerca de 5,6 milhões de agricultores.
- Antes dos plantios de espécies frutíferas, deve-se proceder ao preparo do solo, que consiste na aração, gradagem, destocamento, roçagem, lavração, calagem e abertura de covas ou sulcos.
- A propagação de fruteiras pode ser via semínifera ou pela propagação vegetativa. A propagação por sementes é utilizada no melhoramento genético, na formação de porta-enxertos e para a propagação de espécies nativas.
- A propagação vegetativa tem diversas vantagens, como a uniformidade das plantas, a qualidade dos frutos, reduz o período vegetativo e, além disso, reduz o porte da planta, o que facilita os tratos culturais e a colheita.
- A poda é um dos tratos culturais mais importantes na produção de fruteiras, e tem como principais objetivos retirar os ramos indesejáveis, doentes ou mortos, indução da produção de ramos vegetativos, aumentar o vigor das plantas, aumentar a qualidade e quantidade de frutos produzidos e diminuir a alternância de produção de frutos.
- As podas podem ser de formação, de limpeza e de frutificação. De acordo com a época da poda, elas podem ser classificadas em poda de inverno ou poda de verão.
- O manejo de plantas daninhas deve ser empregado para evitar a proliferação de doenças e a competição com a cultura principal.
- Os insetos podem afetar a parte comercial das fruteiras, o que prejudica sobremaneira a produção. Por isso, deve-se realizar o manejo.
- As doenças devem ser prevenidas antes do plantio, observando o histórico da área e a procedência das mudas, para evitar a introdução de doenças na área e a contaminação das frutas.

- Em muitos plantios de fruteiras não se utiliza a irrigação, no entanto, em cultivos mais tenrificados o emprego da irrigação contribui para o aumento da produção. As principais formas de irrigação utilizadas na fruticultura são a irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento.
- A colheita deve ser realizada de forma mais cuidadosa possível, para evitar amassar as frutas ou lesionar, pois o consumidor compra as frutas pela beleza, limpeza e coloração dos frutos.
- A maioria das frutas produzidas no Brasil são comercializadas em centrais de abastecimento, onde são distribuídas para as diversas regiões do Brasil.



1 Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta:

- I- As principais formas de propagação em frutíferas são: a propagação vegetativa e a seminífera. A propagação vegetativa consiste no uso de estruturas como, folhas, gemas, ramo ou raízes, e obtém-se uma planta com características genéticas idênticas à planta mãe. A propagação por sementes é caracterizada pela alta variabilidade, o que é interessante do ponto de vista do melhoramento genético.
- II- A poda de limpeza é realizada para garantir a formação de mudas com ramos bem distribuídos, em sistemas de haste única. É muito comum em fruteiras como macieiras e pessegueiros.
- III- A poda de verão ou poda verde é realizada no período vegetativo da planta e consiste na retirada de ramos com o objetivo de arejamento, aumentar a insolação, melhorar a qualidade dos frutos e contribuir na arquitetura da planta.
- IV- A poda seca é realizada no verão, para as culturas do pessegueiro, ameixeiras, videiras. Essa poda é realizada quando aparecem os botões florais. Deve-se manter os ramos ladrões e os ramos malformados.
- V- As frutas mais consumidas pelos brasileiros são a banana, a laranja, a melancia, a maçã e o abacaxi.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas I, III e V são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.





## 1 INTRODUÇÃO

A silvicultura é o ramo da ciência que estuda formas de restaurar e melhorar povoamentos nas florestas, com o objetivo de atender ao mercado.

O significado da palavra já nos diz muito, originado do latim a palavra “silva” significa floresta assim como cultura nos indica cultivo, sendo este um pilar desta ciência. O cultivo, intervenção, modificação e ajustes em florestas artificiais e naturais são atividades rotineiramente desenvolvidas por profissionais da área.

A silvicultura busca formas de intervenção na floresta, para a obtenção de elevados rendimentos, com preservação do ambiente. Este último critério tem-se tornado cada dia mais importante, pois se é possível produzir sem que ocorra a devastação das florestas, garantida a manutenção da diversidade natural desta, aumentam-se não só os ganhos de mercado, atrelados a estes ganha-se ainda mais com a manutenção das fontes naturais que são tão importantes para a manutenção do equilíbrio do planeta.

A silvicultura trata ainda do planejamento e implantação das florestas, observando sempre o estudo detalhado das áreas, do clima, solo, vegetação, espécies adequadas ao local, produção das mudas, controle de patógenos e os tratos culturais. Assim como nos outros cultivos agrícolas, as ações silviculturais devem ser previamente estabelecidas e devem ser fundamentadas em conceitos teórico-práticos para que a atividade gere rendimentos satisfatórios, podendo assim garantir o sucesso da atividade.

## 2 ECOSSISTEMAS FLORESTAIS

Florestas são consideradas porções de território com mais de 0,5 ha, com uma cobertura florestal com mais de 10%, que não sejam prioritariamente utilizadas para a agricultura ou uso urbano. A relação entre as atividades humanas e a composição gasosa da atmosfera causam os principais problemas de aceleração das mudanças globais, que anteriormente se verificavam em escalas geológicas.

As florestas permitem a existência da biodiversidade, seja sob seu dossel, seja pela diminuição da pressão por energia e madeira, sendo mais atrativas para a biodiversidade do que para a agricultura. As florestas secundárias ou

exploradas fornecem hábitat de qualidade para a maior parte da biodiversidade. Uma estratégia que combine o uso de plantações florestais e manutenção das florestas clímax é mais apropriada para promover a adaptação às mudanças globais. As florestas têm dois papéis relacionados com as mudanças climáticas globais: elas adaptam-se e sobrevivem às influências naturais, sequestram e fixam o CO<sub>2</sub> emitido pela atividade humana.

Durante o período de excesso de poluição atmosférica elas conseguem retirar esse gás da atmosfera, fixando-o, através da fotossíntese, nos produtos florestais. Este comportamento revela uma plasticidade e adaptabilidade que varia com a situação. Na sucessão natural das formações vegetais a importância da luz e da água apresenta uma relação inversa com relação às diferentes classes.

As espécies pioneiras estabelecem-se com pouca luz e muita água e as secundárias iniciais aproveitam das condições de equilíbrio entre luz e água no ecossistema e as secundárias tardias e clímax dependem de boa disponibilidade de água, não dando muita importância para a luz. Diferentes plantas nativas apresentam respostas características para a presença ou ausência de altas concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera, havendo desvios nas respostas relacionadas ao estágio sucessional em que participam. Um balanço adequado de espécies parece ser mais adequado para corresponder ao desafio da adaptação às mudanças climáticas.

O setor florestal contribui para mitigar os efeitos das mudanças climáticas do homem, relacionadas às emissões de GEE atmosférico, através de atividades de aflorestamentos, reflorestamento, manejo florestal sustentável, da redução do desmatamento, da recuperação de áreas degradadas e do uso de biomassa para energia. As florestas também estocam carbono nos solos e nos produtos florestais.

Os produtos florestais derivados da colheita florestal são armazenadores de carbono. O tempo de permanência do carbono nas árvores varia de um ano (madeira para energia) até dezenas de anos (madeira estrutural). O uso da madeira como energia, em substituição aos combustíveis fósseis, contribui para mitigar o aquecimento global através de uma combinação de ação de sequestro com redução de emissões. Enquanto crescem, as florestas sequestram carbono, e sua queima é considerada neutra, pois haverá o início de uma nova fase de desenvolvimento da floresta.

As florestas ocupam lugar de destaque na sociedade, ainda mais relevantes em tempos de mudanças climáticas globais causadas pelo aumento de GEE na atmosfera. Junto a outros ecossistemas de superfície realiza as trocas de gases e a fixação de GEE. Contudo, as florestas são parte de um sistema natural e econômico global, devendo manter-se sustentável em ambos. Reduzir as emissões é o melhor caminho para evitar os efeitos do aumento dos GEE na atmosfera. A retirada do excesso de CO<sub>2</sub> da atmosfera pode ser realizada, por exemplo, com o plantio e manejo de florestas. O cultivo de florestas, vista a partir do ciclo do

carbono, é uma forma de retirar  $\text{CO}_2$  da atmosfera e fixá-lo em matérias-primas diversas, que incluem biocombustíveis, energia, madeira. É com base no múltiplo uso das florestas que se busca atingir a sustentabilidade da atividade florestal.

O múltiplo uso quer indicar formas de abordar as florestas de dimensões e aspectos diferentes. Busca otimizar a exploração florestal, garantindo que sejam produzidos os máximos em termos econômicos, sociais e ambientais com a atividade.

Essa demanda e interesses são variados, assim como são variados os tipos de florestas e suas características locais. Com o emprego de tecnologia silvicultural adequada e com planejamento em nível de eco regiões para o plantio de espécies nativas, obtém-se uma base florestal capaz de atender à sociedade contemporânea.

O aumento da concentração de gases advindos da combustão de combustíveis fósseis na atmosfera, como  $\text{CO}_2$ , é um desses efeitos indiretos causados pela sociedade. A níveis elevados de  $\text{CO}_2$  a abertura dos estômatos das plantas é reduzida, disso resulta menor perda de água por evapotranspiração, o que possibilita maior rendimento final do processo, aumentando a massa seca produzida. Isso ocorre com as plantas C3. As florestas, além de fornecerem madeira, dão um aspecto diferenciado às regiões que ocupam, purificam a água, absorvem o  $\text{CO}_2$ , produzem recursos genéticos para a medicina, regulam o ciclo de nutrientes, protegem o solo, são locais para recreação e ainda absorvem vários resíduos gasosos. São locais de refúgio e procriação de animais silvestres e vários outros serviços e usos.

### 3 PRÁTICAS SILVICULTURAIS

As práticas silviculturais são aquelas atividades necessárias para o sucesso do empreendimento florestal. Uma das principais fases da implantação de um dos plantios florestais é a fase de planejamento. Esta fase envolve o conhecimento dos recursos florestais existentes na área. Nessa etapa, desenvolvem-se os estudos para a caracterização geral da cobertura vegetal, regional e local, o inventário florestal e a análise estrutural da floresta, visando à planificação da exploração racional, embasada nas condições silviculturais e tendências de desenvolvimento futuro. Com base nesses estudos, também se efetiva, nessa fase, a planificação das operações de manejo e dos tratamentos silviculturais. Aqui, vamos estudar as práticas utilizadas para a cultura do eucalipto.

- a. Identificação das espécies presentes na área em estudo – identificação e mapeamento da cobertura vegetal da área do empreendimento, considerando as delimitações das diferentes tipologias vegetais existentes (campos, matas, capoeiras, entre outras), áreas de preservação permanente e outras áreas destinadas à preservação e proteção.

b. Inventário florestal: procedimentos para obter informações sobre as quantidades e qualidades dos recursos florestais e as características das áreas. São coletadas diversas informações, como: estimativas de área, descrição da topografia, mapeamento da propriedade, descrição de acessos, facilidade de transporte da madeira, estimativas da quantidade e da qualidade de diferentes recursos florestais, estimativas de crescimento.

### 3.1 IMPLANTAÇÃO

Na etapa de implantação diversas atividades devem ser realizadas antes do plantio para o sucesso do empreendimento. Entre elas: o combate às formigas, verificar áreas para armazenamento das mudas, verificar a qualidade das mudas, preparo do terreno, adubação, espaçamento, métodos de plantio e o replantio.

#### a. Combate às formigas

A prevenção ao ataque das formigas cortadeiras deve ser realizada constantemente, desde antes do plantio, através da vigilância e do combate na fase de preparo do solo, na qual a localização e o próprio combate são facilitados.

As espécies mais comuns são as dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, geralmente combatidas com iscas granuladas distribuídas nos caminhos e olheiros.

#### b. Área para armazenamento das mudas

Antes de comprarmos as mudas é necessário exigirmos o certificado fitossanitário de produção de mudas. Uma vez comprada a quantidade necessária de mudas dos viveiros credenciados, numa área pequena da propriedade, as mudas são colocadas geralmente em locais frescos e perto da água, que serve como berçário e aclimação das mudas antes de serem plantadas. Assim, as mudas permanecem neste local por alguns dias até o término da preparação do solo que irá receber as mudas.

#### c. Qualidade das mudas

Um viveiro florestal deve sempre visar à produção de mudas sadias e vigorosas para posterior utilização em plantios. Elas devem apresentar:

- Sistema radicular desenvolvido.
- Raiz principal sem defeitos.
- Parte aérea bem formada.
- Caule ereto e não bifurcado.
- Ramos laterais uniformemente distribuídos.
- Folhas com coloração e formação normais.
- Ser livre de doenças.

#### d. Preparo do terreno

O preparo do terreno está relacionado às características da área onde será realizado o plantio. O preparo do solo para o plantio deve ser feito de maneira a propiciar maior disponibilidade de água para a cultura, visto que o regime hídrico do solo é um fator essencial para o crescimento da maioria das espécies de eucalipto. Geralmente, as operações são realizadas na seguinte ordem:

- Construção de estradas e aceiros.
- Desmatamento e aproveitamento da madeira.
- Enleiramento ou encoivramento.
- Desenleiramento.
- Combate à formiga.
- Revolvimento do solo.
- Sulcamento e/ou coveamento.

As técnicas de cultivo mínimo e plantio consorciado são práticas recomendadas aos produtores a fim de diminuir os custos de produção e os danos ambientais.

#### e. Adubação

A adubação de plantio visa, principalmente, ao fornecimento de fósforo, cobre e zinco. As doses de P recomendadas estão em função da disponibilidade dos nutrientes, sendo que eles são fortemente adsorvidos pelos solos em função do teor de argila.

#### f. Plantio

É necessária a adoção de um conjunto de medidas silviculturais, como, por exemplo, a época do plantio (primavera ou início do verão, conforme a espécie), preparo do solo, adubação (fertilização mineral em doses apropriadas) e tratamentos culturais destinados a favorecer o crescimento inicial das plantas em campo.

O cultivo mínimo, muito difundido e utilizado atualmente no setor florestal é bastante indicado ao produtor. Deve-se levar em conta solo, clima e topografia para realizar o cultivo mínimo.

As espécies de *Eucalyptus* são altamente sensíveis à competição de ervas daninhas (até aproximadamente de um a um ano e meio) e também aos ataques de formigas (normalmente não suportam três ataques consecutivos). Por isso, o controle de plantas daninhas e das formigas se faz sempre necessário.

### **g. Espaçamento**

O espaçamento vai depender de diversos fatores, como a finalidade da madeira, a fertilidade do solo, a topografia da área, o tamanho da área, entre outros.

Para a mecanização e atividades de colheita, o aumento do espaçamento torna-se uma necessidade, visando condições mais adequadas à produção de árvores com maiores dimensões.

Para a mecanização e atividades de colheita, o aumento do espaçamento torna-se uma necessidade visando condições mais adequadas à produção de árvores com maiores dimensões, que levam a uma maior produtividade. Neste caso, o espaçamento estipulado foi de 3 m x 2 m, em torno de 1.667 plantas/ha.

### **h. Plantio**

O plantio pode ser realizado através de dois métodos:

- Plantio manual: consiste inicialmente de balisamento e alinhamento, abertura de covas, distribuição de mudas e plantio propriamente dito.
- Plantio mecanizado: consiste de um trator que transporta as mudas e abre a cova com um disco sulcador enquanto um operário distribui as mudas. Ao mesmo tempo, duas rodas convergentes fecham o sulco. As mudas mal plantadas são arrumadas por um operário que segue a máquina, sendo este processo utilizado para mudas de raiz nua.

### **i. Replantio**

O replantio deverá ser realizado num período de 30 dias após o plantio, quando a sobrevivência deste é inferior a 90%.

## **3.2 TRATOS CULTURAIS**

Os tratos culturais são práticas que devem ser executadas após o plantio das mudas. São importantes para a manutenção dos plantios.

### **a. Limpeza da área**

A limpeza é realizada até que as plantas atinjam um porte suficiente para dominar a vegetação invasora e geralmente são feitas através de três métodos principais:

- Limpeza manual: através das capinas nas entrelinhas ou de coroamento e por roçadas nas entrelinhas.

- Limpeza mecanizada: utilização de grades, enxadas rotativas e roçadeiras nas entrelinhas.
- Limpeza química: utilização de herbicidas e dirigida nas entre linhas.

### **b. Poda ou desrama**

Esta operação visa melhorar a qualidade da madeira pela obtenção de toras desprovidas de nós. O controle do crescimento dos galhos, bem como sua eliminação, é uma prática aplicada às principais espécies madeireira. Existem dois tipos de desrama:

- Desrama natural: é eficiente em floresta de eucalipto, sendo que nenhuma medida especial deve ser tomada a fim de promovê-la. O processo mais simples consiste em desenvolver e manter um estoque inicial denso, o que, além de manter os galhos inferiores pequenos, causa-lhes também a morte.
- Desrama artificial: o objetivo desta prática é a produção de madeira limpa ou isenta de nós em rotação mais curta que a exigida com desrama natural. A desrama artificial pode ser feita também para prevenir os nós soltos, produzindo desta forma madeira com nós firmes. Este esforço pode não oferecer recompensas muito valiosas, porém envolve um período de espera menor.

### **c. Desbaste**

Os desbastes são cortes parciais realizados em povoamentos imaturos, com o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção da madeira utilizável. Nesta operação, removem-se as árvores excedentes, para que se possa concentrar o potencial produtivo do povoamento num número limitado de árvores selecionadas.

Nos desbastes, as vantagens em consequência da competição devem ser, pelo menos em parte, preservadas. Assim, num programa de desbaste, para rotações relativamente longas, o número de árvores deve ser reduzido gradativamente, porém a uma taxa substancialmente mais rápida do que seria em condições naturais. A seleção das árvores a serem desbastadas é caracterizada da seguinte forma:

- Posição relativa e condições de copa (dominantes).
- Estado de sanidade e vigor das árvores.
- Características de forma e qualidade do tronco.

O principal efeito favorável do desbaste é estimular o crescimento em diâmetro das árvores remanescentes.

A variação no diâmetro das árvores induzidas pelos desbastes é muito ampla. Desbastes leves podem não causar efeito algum sobre o crescimento, embora seja possível, em razão dos desbastes pesados, conseguir uma produção constituída de árvores com o dobro do diâmetro que, durante o mesmo tempo elas teriam sem desbastes.

## Métodos de desbaste

- Desbaste sistemático: aplicado em povoamentos altamente uniformes, onde as árvores ainda não se diferenciaram em classes de copas. Aplicam-se em povoamentos jovens não desbastados anteriormente. É mais simples e mais barato. Permite mecanizar a retirada das árvores.
- Desbaste seletivo: implica a escolha de indivíduos segundo algumas características, previamente estabelecidas, variadas de acordo com o propósito a que se destina a produção. As árvores removidas são sempre as inferiores, dominadas ou defeituosas. Esse método é mais complicado, porém permite melhor resultado na produção e na qualidade da madeira grossa.

## 3.3 EXPLORAÇÃO

A exploração silvicultural de florestas busca obter produtos de interesse do mercado por meio do bom manejo e planejamento da atividade exploratória.

Tanto as florestas naturais e plantadas, ou seja, as que têm origem natural ou foram estabelecidas por meio de atividade humana, podem render diversos produtos de interesse ao mercado, a madeira de eucalipto ainda é o principal produto produzido e oferecido aos consumidores, tudo isso devido a sua ampla utilização na vida cotidiana, entretanto, diversos outros subprodutos podem ser ofertados aos consumidores, principalmente as indústrias, substâncias químicas advindas das folhas e da casca, assim como os óleos essenciais podem ser citados como exemplos destes produtos.

A floresta de eucalipto é considerada muito versátil e de grande aproveitamento, principalmente pela utilização quase total das plantas, mas para que os rendimentos sejam maiores é preciso que as decisões relativas à exploração sejam tomadas na hora certa e de forma eficiente, buscando sempre a fundamentação nos conceitos técnicos.

### a. Idade de corte

A condução dos talhões de eucalipto geralmente é realizada para corte aos 7, 14 e 21 anos. São três ciclos de corte para uma mesma muda original. De acordo com a região e o tipo de solo, o ciclo de corte poderá ser menor (a cada 5 ou 6 anos). Tudo está ligado ao objetivo da plantação de eucalipto (lenha, carvão, celulose, mourões, poste, madeira de construção ou serraria).

### b. Limpeza da área para corte

Quando o povoamento de eucalipto de um talhão atinge a idade para o primeiro corte, deve-se efetuar a limpeza do local. A eliminação do mato ralo e da capoeira existentes na área do eucalipto facilita os trabalhos de corte e retirada de

madeira. Depois da limpeza da área, mas antes de se efetuar o corte das árvores, deve-se proceder a uma vistoria para controle das formigas, pois estas são muito danosas e impedem a rebrota das cepas de eucalipto.

### **c. Época de corte**

A capacidade de rebrota das cepas de eucalipto varia conforme a época. Geralmente, a sobrevivência dos brotos é maior quando se cortam as árvores na época chuvosa (primavera).

### **d. Altura de corte**

A altura de corte em relação ao terreno define a percentagem de sobrevivência das brotações. Deve-se cortar bem próximo ao solo, deixando-se o mínimo de madeira na cepa da árvore. O corte deverá ser chanfrado ou em bisel. As espécies com boa brotação devem ser cortadas a uma altura média de 5 cm acima do solo. As espécies com baixa capacidade de rebrota deverão ser cortadas a uma altura de 10 a 15 cm da superfície do solo. Poderá ser feito a machado ou com motosserra.

### **e. Diâmetro das cepas**

O vigor das brotações do eucalipto está ligado com o diâmetro das cepas. O número de brotos aumenta à medida que o diâmetro das cepas aumenta.

### **f. Manejo da brotação da cepa**

Consiste em limpar ao redor das cepas de eucalipto, retirando a galhada, folhas, cascas, evitando o abafamento da brotação. Deve-se evitar que a madeira cortada seja empilhada sobre as cepas. A entrada de caminhão para retirada da madeira pode prejudicar as brotações. Não deve ser utilizado o fogo para limpeza da área, pois este é inimigo das brotações do eucalipto.

### **g. Gradagens**

O eucalipto é exigente em solo bem preparado. Por isso, nas áreas de eucalipto em brotação devem ser realizadas gradagens entre as ruas de cepas. O uso da grade de discos elimina as ervas daninhas e poda as raízes das cepas, aumentando-lhes o vigor.

### **h. Desbrota das cepas**

Quando os brotos apresentarem de 2,5 a 3 m de altura, ou seja, após 10 a 12 meses do corte das árvores efetua-se a desbrota.

Isso deve ser feito no período quente e chuvoso, para garantir o crescimento da brotação. Conforme o tamanho da cepa, deixa-se a seguinte quantidade de brotos:

- Cepas menores que 8 cm: apenas um broto.
- Cepas maiores que 8 cm: de 2 a 3 brotos.

### i. Adubação para brotação

Na véspera do corte das árvores, aplica-se de 100 a 150 gramas de fertilizantes por cepa, da fórmula 10:30:10. A aplicação é feita nas entrelinhas do eucalipto, em sulco ou a lanço, para que a cepa emita melhores brotações.

## 3.4 PRAGAS E DOENÇAS

### Principais pragas na cultura do eucalipto

#### a) Formigas cortadeiras

Saúva (*Atta* spp.) e quem-quem (*Acromyrmex* spp., *Sericomyrmex* spp., *Mycocepurus* spp., *Trachymyrmex* spp.).

Estes insetos danificam o eucalipto no viveiro e no campo. O custo com o controle desta praga corresponde a 5% do custo total de implantação ou 30% do investimento total da cultura ao final do terceiro corte. As saúvas ocorrem em todo o Brasil. Nos reflorestamentos, as espécies mais importantes são: *Atta sexdens rubropilosa* (saúva-limão) e *Atta laevigata* (saúva-cabeça-de-vidro).

Esses indivíduos constroem seus ninhos subterrâneos, interligados por galerias, e usam substrato vegetal para o desenvolvimento de seu fungo, do qual se alimentam. As quem-quéns também possuem importância econômica nas fases de viveiro e campo. O gênero *Acromyrmex* possui as espécies que apresentam maior importância na cultura do eucalipto. Seus ninhos também são subterrâneos, mas menores que os das saúvas. Geralmente são constituídos por uma câmara (panela) de pequena profundidade e de difícil localização.

Para o controle de formigas cortadeiras, o método mais eficiente é a aplicação de produto químico tóxico utilizado diretamente nos ninhos, nas formulações pó, líquida ou líquidos nebulizáveis, ou na forma de iscas granuladas, aplicadas nas proximidades das colônias. O emprego de iscas granuladas, principalmente através de porta-iscas (PI) e microporta-iscas (MIPIs) é considerado eficiente, prático e econômico. Oferecem maior segurança ao operador, dispensam mão de obra e equipamentos especializados e permitem o tratamento de formigueiros em locais de difícil acesso. As porta-iscas podem ser aplicadas de forma sistemática, em função das características de infestação da área, variando entre 40 e 80 porta-iscas de 20 g/ha e de forma localizada em formigueiros grandes. A quantidade de iscas utilizadas em MIPIs é variável dentro da faixa de 1,6 a 3,0 kg.ha<sup>-1</sup>, com MIPIs espaçados de 6 x 6 m ou 6 x 9 m, aplicadas cerca de um mês antes do corte das plantas ou 15 dias após a roçada.

## b) Cupins

*Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae* e *Termitidae*

Os danos causados pelos cupins em florestas plantadas, os quais ocorrem desde o plantio até a colheita, são consideráveis.

As principais espécies que atacam o *Eucalyptus*, no Brasil, pertencem às famílias *Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae* e *Termitidae*. Na região neotropical, as espécies de *Eucalyptus* apresentam elevada mortalidade nos estádios iniciais do estabelecimento no campo, além de danos em árvores vivas e em cepas, devido ao ataque de cupins. As espécies mais susceptíveis são: *E. tereticornis*, *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. robusta*.

O controle dos cupins pode ser realizado de três maneiras: a) aplicação de inseticidas nas covas em pré-plantio. Utilizar inseticidas que tenham como princípios ativos os seguintes componentes: aldrin, heptacloro ou teflutrina. Utilizar aproximadamente 10 g do produto por cova; b) Tratamento do substrato. Utilizar inseticidas que tenham longo período residual e com os seguintes princípios ativos: fipronil ou bifentrina; c) Imersão das mudas em uma solução contendo o inseticida.

## c) Lagartas desfolhadoras

*Thyrinteina arnobia* e *Glena* spp. (Lepidoptera; Geometridae), *Euselasia* (Lepidoptera: Riodinidae).

Várias espécies de lagartas desfolhadoras atacam os povoamentos de eucalipto, sendo a *Thyrinteina arnobia* a principal praga. O dano causado pela *T. arnobia* e demais lagartas na cultura do eucalipto é o desfolhamento da planta, podendo, em caso de ataques sucessivos, paralisar o seu crescimento.

Ocorrem em toda a América do Sul e parte da América Central. No Brasil, os estados que já apresentaram ataque por essas pragas foram: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Amazonas e Pernambuco.

As fêmeas apresentam-se com asas de coloração branca e pontuações negras bem esparsas; possuem antenas filiformes e envergadura média de 48,6 mm. Os machos são menores e apresentam coloração castanha variável nas asas anteriores, antenas bipectinadas e envergadura média de 35 mm. Os ovos são verde-acinzentados e escurecem progressivamente até a coloração preta, quando as lagartas estão prestes a eclodir. As lagartas apresentam seis estádios com duração média de 26,8 dias, chegando a medir 50 mm de comprimento no final dessa fase. Para empupar, a lagarta elabora um casulo rudimentar, cujos fios de seda são presos em uma ou mais folhas do eucalipto ou da vegetação rasteira. Esta fase dura 9,3 dias.

O controle dessa praga florestal pode ser feito utilizando-se inimigos naturais, *Deopalpus sp.* (Diptera, Tachinidae).

#### d) Besouro amarelo

*Costalimaita ferruginea vulgata* (Coleoptera: Crysomelidae)

Os adultos alimentam-se das folhas, deixando-as perfuradas ou rendilhadas. Os ataques são mais severos em áreas próximas a canaviais, em razão das larvas se desenvolverem em raízes de gramíneas.

Conhecidos por “vaquinha” e “besouro-amarelo dos eucaliptos”, estes insetos ocorrem nos estados de Rio Grande do Norte, Pará, Maranhão, Bahia, Goiás, São Paulo e Paraná. Em Minas Gerais são frequentes em regiões de cerrados, danificando plantios jovens, devido à migração dos adultos das plantas nativas. As larvas desenvolvem-se no solo e os adultos são besouros de coloração parda-amarelada brilhante, pequenos, com medida em torno de 5-6 mm de comprimento, alimentando-se das folhas de eucalipto.

Não há referência específica sobre o controle desta espécie, porém, pode-se pulverizar as plantas com inseticidas fosforados.

#### e) Outras pragas

O ataque de pulgões e tripses tem aumentado consideravelmente nos plantios de eucalipto nos últimos anos. No entanto, ainda não se sabe quais são as perdas econômicas causadas por esses insetos. Os surtos de pulgões e tripses também têm sido bastante comuns nos viveiros de mudas, principalmente em plantas muito tenras (consequência da aplicação de altas doses de N).

### Principais doenças na cultura do eucalipto

#### a) Ferrugem – *Puccinia psidii*

A ferrugem é uma doença que atualmente está causando sérios problemas em plantios jovens, viveiros e jardins clonais de *Eucalyptus*, sendo que fotoperíodo, temperatura e umidade são fatores condicionantes para a ocorrência da doença. A maior importância econômica da ferrugem está relacionada a plantios de campo, enquanto em viveiros é mais facilmente controlada com o uso de fungicidas.

#### Sintomas

A ferrugem só ataca plantas jovens, com menos de dois anos de idade, sempre em órgãos tenros (primórdios foliares com seus pecíolos, terminais de galhos e haste principal), seja no viveiro ou no campo. Especialmente nos rebentos foliares, os indícios de ataque são minúsculas pontuações na parte inferior da folha, levemente salientes, de coloração verde-clara ou vermelho-amarelada.

Após um a dois dias, essas pontuações já são pústulas de uredosporos amarelos. A partir daí as pústulas aumentam de tamanho e caracterizam-se pela intensa e típica esporulação uredospórica do patógeno, de coloração amarelo-gema de ovo, que aparece nos órgãos atacados. Os tecidos tenros (brotações, pecíolos) ficam encarquilhados e totalmente tomados pela esporulação. Esses sintomas começam a desaparecer após duas semanas, aproximadamente.

### Controle

No campo, o uso de fungicidas para o controle de *Puccinia psidii* não é economicamente viável. A melhor forma de controle é a seleção de materiais genéticos resistentes. Em viveiros e jardins clonais, o controle de ataques intensos utilizando fungicidas é eficiente, sendo recomendado o uso de mancozeb, oxicloreto de cobre, triadimenol, diniconazole ou triforine.

### b) Cancro

O cancro do eucalipto é uma das doenças mais importantes de ocorrência no campo, causado por várias espécies de fungos como *Cryphonectria cubensis*, *Valsa ceratosperma* – fase sexuada –, *Cytospora* spp. – fase assexuada – e *Botryosphaeria ribis*. O cancro de *Cryphonectria cubensis* foi considerado a principal doença que afetou a cultura do eucalipto no Brasil na década de 1970. Trata-se de uma doença de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em regiões tropicais do continente americano.

### Sintomas

Essa doença é caracterizada pela morte dos tecidos da casca, decorrente da ação de vários agentes abióticos e bióticos. Contudo, as condições climáticas parecem ter uma participação maior na manifestação desse tipo de problema, com ligação entre a incidência de certos cancros e as condições adversas ao desenvolvimento da planta.

### Controle

O controle mais recomendado para os cancros, causados por *Botryosphaeria ribis* e *Cryphonectria cubensis*, seria a utilização de espécies, procedências, progênies ou clones mais resistentes a esses patógenos. A nutrição das árvores também afeta o desenvolvimento do cancro. O efeito do boro sobre a agressividade dos fungos *Botryosphaeria ribis* e *Lasiodiplodia theobromae* verificou que a deficiência de boro aumentava a agressividade desses fungos.

## 4 FOMENTO FLORESTAL

O fomento florestal é caracterizado por várias ações, que envolvem produtores rurais, empresas, poder público e outros agentes, que têm como objetivo a produção de florestas econômicas de baixo custo. Uma coordenação, um incentivo à produção de madeira por meio do fornecimento de mudas, assistência técnica e insumos a produtores cadastrados. Os próprios produtores executam seus projetos, utilizando a mão de obra disponível e suas terras.

Os programas de fomento florestal têm diversos objetivos. Os órgãos públicos têm interesse no fomento, pois existem a necessidade de implantar florestas artificiais para suprir as necessidades de consumo de madeira. Além disso, o fomento florestal cria oferta de matéria-prima pelo produtor rural, ou seja, é uma fonte de renda para o agricultor. Esta prática contribui para o uso de terras ociosas, com espécies arbóreas.

As empresas florestais também têm apoiado o fomento florestal, pois é uma alternativa para o fornecimento de matéria-prima e ademais permite desconcentrar os plantios.

O programa de fomento florestal executados pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) fornece mudas e insumos e atende os produtores, por meio da assistência técnica. O IEF incentiva três modalidades de programas de fomento florestais: florestas de proteção, fomento social e reposição florestal.

- a. Fomento de florestas de proteção: esta modalidade tem objetivo de recuperação das matas ciliares, áreas de recarga e áreas degradadas. Assim, é possível a conservação do solo, da água e da fauna.
- b. Fomento social: o IEF fornece mudas aos produtores interessados no plantio de espécies madeireiras e que serão utilizadas na propriedade.
- c. Fomento para reposição florestal: é um conjunto de ações que visa estabelecer o contínuo abastecimento de matéria-prima florestal, aos diversos segmentos consumidores. É obrigatória a recomposição do volume explorado, mediante o plantio de espécies florestais adequadas ao consumo.



Sugerimos a leitura dos seguintes materiais:

SCHUMACHER, Mauro Valdir; VIEIRA, Márcio. **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2015.

SILVA, José de Castro; CASTRO, Vinícius **Resende de**. **Plantio e manejo de eucalipto em pequenas propriedades rurais**. Viçosa: Arbotec, 2014.

PAIVA, Haroldo Nogueira de; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves; TRINDADE, Celso. **Cultivo de eucalipto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011.

# RESUMO DO TÓPICO 5

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A silvicultura estuda as formas de restauração dos povoamentos florestais.
- Ela trata ainda do planejamento e implantação das florestas, observando as áreas, o clima, o solo, a vegetação, as espécies adequadas ao local, a produção de mudas, o controle de patógenos e os tratos culturais.
- As florestas permitem a existência da biodiversidade.
- As florestas conseguem retirar o excesso de gás carbônico da atmosfera. As florestas têm uma plasticidade e adaptabilidade que contribuem para o equilíbrio do ecossistema.
- As espécies pioneiras podem se estabelecer com pouca luz e muita água e as secundárias iniciais aproveitam as condições de equilíbrio de luz e água para se desenvolverem. As secundárias tardias e clímax dependem de boa disponibilidade de água.
- As florestas são importantes nestes tempos de mudanças climáticas, pois realizam as trocas gasosas e a fixação de gases do efeito estufa.
- As práticas silviculturais são importantes para o sucesso do empreendimento florestal.
- A identificação das espécies presentes na área e o inventário florestal são medidas que devem ser realizadas antes da implantação do projeto.
- Antes da implantação do projeto também devem ser observados alguns aspectos, como o combate às formigas, a área para armazenamento das mudas, a qualidade das mudas, o preparo do terreno, adubação, plantio, espaçamento, plantio e replantio.
- Para os tratos culturais, devemos atentar à limpeza da área, à poda ou desrama, ao desbaste e aos métodos de desbaste.
- Na exploração, devemos observar a idade de corte, a limpeza da área para corte, a época de corte, a altura que será cortada a árvore, o diâmetro das cepas, o manejo da brotação da cepa, as gradagens, a desbrota das cepas e a adubação para as brotações.
- As principais pragas que atacam o eucalipto são: as formigas cortadeiras, cupins, as lagartas desfolhadoras, o besouro amarelo, pulgão e tripses.

- As principais doenças que infestam a cultura do eucalipto são: a ferrugem, o cancro e outras enfermidades.
- O fomento florestal tem sido uma alternativa interessante para as empresas e os produtores. Os produtores têm incentivos para o plantio do eucalipto nas suas terras. Para as empresas é uma forma de desconcentrar os plantios e obter material para a indústria.
- Existem três modalidades de fomento florestal: o fomento social, fomento para reposição florestal e o fomento para o plantio de florestas para proteção.



- 1 Cite as práticas silviculturais empregadas para o plantio do eucalipto, tanto na implantação, nos tratos culturais quanto na exploração da cultura e descreva duas práticas de cada etapa.
- 2 Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta:
  - I- As florestas contribuem para a preservação da biodiversidade, pois reduzem a pressão por energia e madeira.
  - II- Antes da implantação de um plantio de eucalipto, deve-se atentar à identificação e mapeamento das espécies vegetal existentes na área, considerando as matas, os campos, as capoeiras. E fazer o inventário florestal.
  - III- Nos plantios de eucalipto podem-se utilizar mudas malformadas, com sistema radicular pouco desenvolvido, quebradiço, com aspecto necrosado. Além disso, o caule pode ter bifurcações.
  - IV- A desrama é uma operação que visa melhorar a qualidade da madeira, pois estas estarão desprovidas de nós. Pode-se utilizar a desrama natural e a desrama artificial.
  - V- O fomento florestal é utilizado pelas universidades para estudos da fauna e flora existentes na área de plantio da espécie florestal.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas I, II e IV são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.



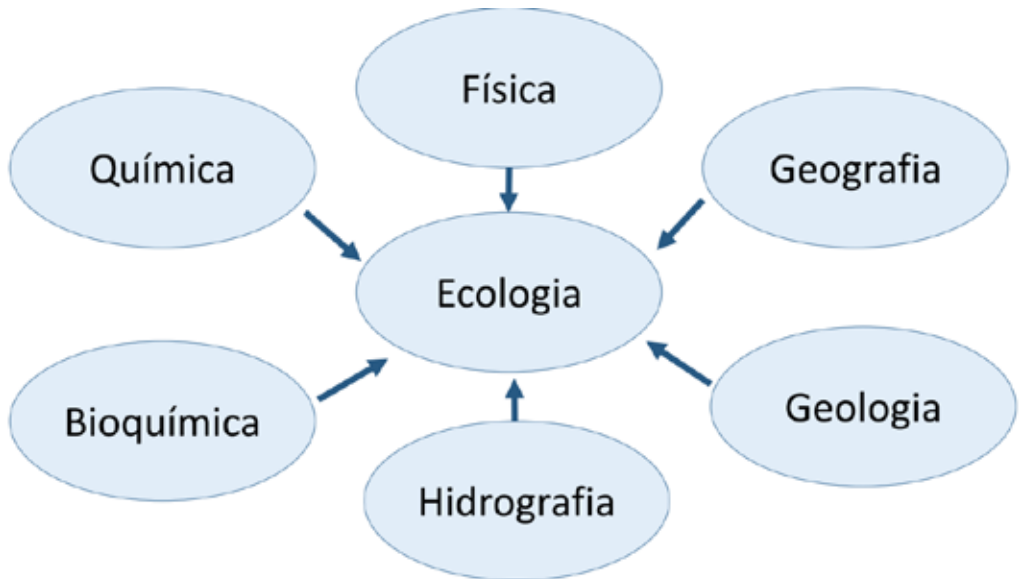


## 1 INTRODUÇÃO

Ecologia é o ramo da ciência que estuda a relação da natureza com os integrantes dela, no caso, o animal, com o ambiente inorgânico e orgânico.

A ecologia integra diversas áreas, como a física, a química, a geografia, a geologia, a bioquímica e a hidrologia.

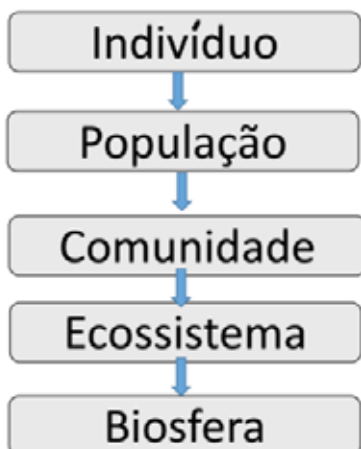
FIGURA 10 –INTERAÇÃO DA ECOLOGIA COM AS DIVERSAS ÁREAS



FONTE: A autora

A ecologia tem como unidade básica o indivíduo. A população é o conjunto de indivíduos de uma mesma espécie. A comunidade biológica é formada por várias populações de diferentes espécies. O ecossistema é formado pelas comunidades biológicas e o meio físico. Finalmente, o conjunto dos ecossistemas formam a biosfera.

FIGURA 11 – ORGANOGRAMA ECOLÓGICO



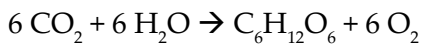
FONTE: A autora

O ecossistema é composto pelos agentes bióticos e abióticos no sistema. Os componentes abióticos são a luz, nutrientes e substratos. Os componentes bióticos são os seres vivos, estes são classificados em organismos heterotróficos e autotróficos.

- Organismos heterotróficos são aqueles organismos incapazes de produzir seu próprio alimento, são os consumidores. Ex.: carnívoros, herbívoros ou onívoros.
- Organismos autotróficos são aqueles organismos capazes de produzir seu próprio alimento, são os organismos produtores. Ex.: Organismos fotossintetizantes ou quimiossintetizantes.

Os organismos autotróficos armazenam a energia solar na forma de energia nas ligações químicas dos compostos orgânicos complexos, a partir de estruturas simples, como  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

A equação que representa a transformação dos compostos simples,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , em energia é descrita a seguir:



Esta é a equação da fotossíntese de forma simplificada, em que:

$\text{CO}_2$ : gás carbônico

$\text{H}_2\text{O}$ : água

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ : glicose (energia)

$\text{O}_2$ : oxigênio

Existem os consumidores primários, os herbívoros, que são os que se alimentam diretamente dos produtores. Os carnívoros são os consumidores secundários, terciários, que se beneficiam da energia fixada pelos produtores.

Neste caso, todos os organismos são dependentes, o que é conhecido como teias tróficas. Cada nível trófico tem uma perda de energia em relação à anterior, formando a pirâmide energética.

O ecossistema é formado por no mínimo dois componentes biológicos: os produtores primários e os decompositores.

Os produtores primários são os seres autotróficos, capazes de transformar as substâncias básicas inorgânicas em compostos orgânicos. As plantas e algumas bactérias produzem moléculas de carbono pela fotossíntese.

Os consumidores são os seres heterotróficos, que se nutrem direta ou indiretamente das substâncias orgânicas sintetizadas pelos produtores primários. Os consumidores são classificados em herbívoros e parasitas. Os herbívoros servem de alimentos aos animais carnívoros.

Os decompositores são aqueles organismos que decompõem os restos de plantas e animais em componentes inorgânicos.

A cadeia alimentar é a passagem da energia dos alimentos, dos produtores primários para os organismos que ingerem os produtores ou são ingeridos por outros organismos.

A rede alimentar são as relações tróficas que existem entre os organismos. Os consumidores e decompositores se especializam em uma única fonte alimentar. Os herbívoros se alimentam de diversas espécies vegetais e os carnívoros de diferentes tipos de animais. A diversidade de espécies na natureza permite o uso de diversas fontes alimentares, assim as relações tróficas entre os organismos no ecossistema se entrelaçam.

O fluxo energético inicia-se com a fixação da energia advinda dos raios solares e termina com a decomposição dos compostos orgânicos. No entanto, ocorre a perda de energia em cada grau de consumo.

O ciclo de um elemento se processa em três níveis: na planta, no sistema ecológico e na esfera. O organismo absorve substâncias, incorporando-as para seu metabolismo e elimina-as. No ecossistema, a circulação da matéria começa pelo metabolismo dos produtores primários, voltando novamente pelos consumidores e decompositores. Existem dois tipos de ciclos biogeoquímico: A atmosfera e a hidrosfera são os reservatórios de carbono, oxigênio e água. Na fase gasosa, a circulação se processa rápido e a grandes distâncias. Juntamente com estes ciclos, estão os ciclos dos elementos, como o fósforo, nitrogênio e enxofre.

## 2 INTERAÇÃO ENTRE POPULAÇÕES

Existem vários tipos de interações entre os indivíduos, sejam da mesma espécie ou não. Estas são a competição, a predação, o comensalismo e o mutualismo. A competição é uma interação em que os recursos são escassos. A competição pode ser intraespecífica ou interespecífica.

Os indivíduos podem competir por nutrientes, alimentos ou luz. Os competidores podem se excluir mutuamente, ou podem coexistir se os nichos forem diferentes. Na competição interespecífica os indivíduos podem sofrer redução na fecundidade, podem sobreviver ou crescer. Geralmente, na competição por exploração, duas espécies podem explorar o mesmo recurso e ainda podem coexistir, mesmo que o recurso seja escasso.

Os predadores generalistas gastam pouco tempo na busca de suas presas, entretanto, incluem itens de baixo proveito em suas dietas. Os predadores especialistas incluem somente itens de grande proveito em suas dietas, mas gastam muito tempo na busca das presas. Na dinâmica de predadores e presas existem ciclos de abundância e a interação entre os predadores e as presas. Em muitas situações, a predação pode manter as densidades populacionais em níveis baixos, e assim os recursos não são limitantes e os indivíduos não competem por eles.

O mutualismo é uma associação entre diferentes espécies em que ocorre benefício mútuo. Como exemplo temos os parasitas, que vivem dentro das cavidades do corpo ou as bactérias fixadoras de nitrogênio, que vivem em nódulos nas raízes de plantas leguminosas.

A simbiose é a associação física entre duas espécies, onde um hospedeiro fornece um espaço para o simbiote.

## 3 ECOLOGIA DE COMUNIDADES E DE ECOSSISTEMAS

Os ecossistemas naturais e as interações ecológicas, incluindo competição de outras plantas, podem limitar o potencial das florestas em responder aos aumentos de concentração atmosférica de  $\text{CO}_2$ . Globalmente, há uma tendência para o aumento inicial da produtividade das espécies madeireiras, como aumento no crescimento médio, incrementos de biomassa e tronco, ou seja, as florestas estão modificando o seu comportamento. Isso inclui o aumento da mortalidade de algumas espécies e aceleração do crescimento de outras, ou seja, modificando a estrutura e composição das florestas, favorecendo principalmente as espécies com maiores níveis de crescimento. Esse processo está relacionado com a capacidade de as plantas gerenciarem seus nutrientes, como carbono, nitrogênio e fosfatos.

As sementes de espécies arbóreas mostram que as plantas se adaptam às condições locais diferenciadas, assim, como há uma possível relação entre os tratamentos silviculturais e a expressão genotípica.

Os corredores ecológicos devem permitir a integração entre unidades de conservação para permitir o fluxo biótico e genético e lançar as diretrizes gerais sobre o uso dos recursos e gerenciamento de usos da terra. Identificar o estado de conservação de espécies e hábitat pode ser uma ferramenta útil para indicar o sucesso das políticas de conservação.

Também tem sido demonstrado que as plantas tropicais têm uma maior capacidade de adaptação às mudanças climáticas do que previamente considerado. Ao se comparar as mudanças específicas para cada espécie com alguns tratamentos silviculturais, que oferecem melhores condições de competitividade ao longo de gradientes de clima (latitude, elevações), pode se obter uma base de dados sistematizada para caracterizar as capacidades de resposta ecológica de espécies arbóreas diferentes, já tendo sido identificadas modificações na capacidade competitiva e sobrevivência de algumas espécies arbóreas estudadas sob esse espectro.

Algumas árvores mostram uma reação conservadora às mudanças de climas, enquanto outras maior plasticidade fenotípica e capacidade de antecipar e expressar maior competitividade através de índices mais acentuados de crescimento. As pesquisas sugerem que uma boa forma de se identificar essas diferenças de comportamento entre as espécies com relação às mudanças climáticas é caracterizar suas diferenças ecológicas em relação à presença em diferentes estágios sucessionais.

## 4 CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

A biodiversidade é conceituada como a riqueza de espécies presentes em determinada unidade geográfica. A elevada perturbação que tem passado a biodiversidade tem sido um dos maiores desafios para se conseguir a conservação correta.

Um dos objetivos da conservação é evitar que as espécies sejam extintas, seja no âmbito regional ou global. Existem diversos tipos de riscos de extinção de uma espécie: criticamente em perigo, vulnerável, quase ameaçada e de menor preocupação.

- Criticamente em perigo: se o risco de extinção for igual ou superior a 50% nos próximos 10 anos.
- Em perigo: se a probabilidade de extinção é de mais de 20% nos próximos 20 anos.
- Vulnerável: se houver chance de extinção maior que 10% em 100 anos.
- Quase ameaçada: se uma espécie está próxima de se qualificar como ameaça de extinção.
- De menor preocupação: a espécie não se encaixa em nenhuma dessas categorias.

O problema da superexploração está no fato das populações serem exploradas a taxas em que a natalidade não compensa as taxas de mortalidade.

A extinção também é devido à destruição dos habitats. Estes podem ser afetados pela influência humana. Um habitat pode ser destruído devido ao desenvolvimento urbano ou industrial. O habitat também pode ser destruído pela poluição e se tornar inabitável para determinadas espécies.

A degradação pela poluição pode ocorrer de várias formas, com a aplicação de pesticidas, chuvas ácidas e aplicação de fertilizantes, que podem lixiviar. Os ambientes aquáticos são os mais sensíveis à poluição. Água, compostos orgânicos e inorgânicos são levados para os rios, lagos e corpos d'água, que acabam por contaminar os animais dependentes deste recurso. O uso do solo, a liberação de resíduos, o represamento e isolamento dos corpos d'água também afetam os padrões de fluxo da água e a sua qualidade.

## 5 ALTERAÇÕES CAUSADAS PELO HOMEM

A destruição dos ecossistemas naturais tem ocorrido para promover o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial. A degradação física dos habitats inclui a perda de solo e a desertificação causada pela agricultura intensiva.

Existe ainda a degradação química dos habitats. Os pesticidas são aplicados na terra e encaminhados para locais onde não deveriam ir, pela cadeia alimentar.

O uso de fertilizantes nitrogenados nos solos escoa para rios, lagos e oceanos. A maior parte do nitrogênio usado como fertilizante provém do processo industrial de fixação de nitrogênio, que é energeticamente caro. Dessa forma, os agricultores poderiam utilizar outras técnicas que substituísse o uso de fertilizantes ou, pelo menos, reduzir a perda desse nitrogênio. A manutenção de cobertura do solo, a prática de consorciação, rotação de culturas e o uso de adubos verdes poderiam contribuir para a conservação do solo e dos ecossistemas.

A eutrofização dos lagos ocorre principalmente devido ao excesso de fósforo nos cursos d'água.

O dióxido de carbono tem aumentado sua concentração de forma alarmante. A queima de combustíveis fósseis, carvão e petróleo tem causado a poluição atmosférica. A derrubada e a queima de árvores têm contribuído para o aumento do dióxido de carbono na atmosfera. A atmosfera da Terra é como uma estufa. A radiação solar aquece a superfície terrestre, que irradia a energia para fora. A concentração de CO<sub>2</sub>, óxido nitroso, metano, ozônio, e outros poluentes, impedem que a radiação escape e por isso a temperatura se mantém alta. A temperatura do ar na superfície terrestre está 0,6+- 0,2 °C mais alta. A previsão é de que a temperatura aumente 2,0 °C a 5,5 °C até 2100.

# RESUMO DO TÓPICO 6

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A ecologia é o ramo da ciência que estuda a relação entre os componentes da natureza, no caso, os animais, com o ambiente orgânico e inorgânico.
- A ecologia integra diversas áreas, como a química, a geografia, a geologia, a bioquímica e a hidrologia.
- A unidade básica da ecologia é o indivíduo. O conjunto de indivíduos é chamado população. A comunidade é formada por populações diferentes. O ecossistema é formado pela comunidade biológica e o meio físico. O conjunto de ecossistemas formam a biosfera.
- Os componentes bióticos são os seres vivos. Os componentes bióticos são classificados em organismos autotróficos e heterotróficos.
- Os produtores primários são os organismos autotróficos. Os consumidores são os seres heterotróficos.
- Os decompositores são os organismos que decompõem restos de plantas, animais em componentes inorgânicos.
- Existem várias formas de interação entre os indivíduos. Competição, predação e mutualismo. Os indivíduos competem por nutrientes, alimentos e luz.
- Os predadores podem ser generalistas ou especialistas. Os generalistas gastam pouco tempo na busca de suas presas, e os itens de sua dieta são de baixo proveito.
- Os predadores especialistas têm grande proveito em sua dieta, mas para isso gastam muito tempo em busca da caça.
- No mutualismo existe uma associação entre diferentes espécies, em que ocorre benefício mútuo.
- Devido ao aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  tem se observado aumento no crescimento e incremento de biomassa das florestas.
- Os corredores ecológicos contribuem para a integração entre unidades de conservação e permitem o fluxo biótico e gênico.

- A biodiversidade é a riqueza de espécies em determinados locais. A conservação é importante para se evitar a extinção das espécies, já que atualmente tem aumentado a pressão sobre os ecossistemas.
- A destruição dos ecossistemas tem ocorrido principalmente devido ao crescente desenvolvimento agrícola, industrial e a urbanização.
- Diversas substâncias são lançadas no meio ambiente causando danos, como a contaminação e eutrofização das águas por nitrogênio e fósforo, aplicados no solo para a adubação dos plantios.
- A previsão é que a temperatura do planeta aumente 2,0 °C a 5,5 °C até 2100.



1 Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta:

- I- A ecologia integra as áreas de matemática, física, química, geologia, geografia, bioquímica e hidrologia.
- II- O ecossistema é formado pelos produtores primários, consumidores e decompositores.
- III- Os consumidores são os organismos heterotróficos, que se alimentam das substâncias orgânicas produzidas pelos produtores primários.
- IV- Os organismos autotróficos armazenam a energia solar na forma de energia nas ligações químicas dos compostos orgânicos complexos, a partir do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .
- V- Na fotossíntese, o  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  transformam-se em glicose e  $\text{CO}_2$ .

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas II, III e IV são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.

2 Vimos que o principal objetivo da conservação é evitar a extinção das espécies. Descreva os tipos de extinção e explique qual é a principal causa da extinção das espécies.



# FITOSSANIDADE, MECANIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E GRÃOS

## OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

**A partir desta unidade, você será capaz de:**

- conhecer os princípios da entomologia;
- compreender a importância dos conceitos básicos de fungos, bactérias e nematoides fitopatogênicos;
- conhecer a biologia das plantas;
- entender os aspectos fisiológicos da competição entre plantas daninhas e culturas;
- conhecer as características dos maquinários agrícolas;
- compreender as condições ideais para armazenamento de sementes e grãos;
- entender os fatores que afetam a conservação de sementes e grãos.

## PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em cinco tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – ENTOMOLOGIA

TÓPICO 2 – FITOPATOLOGIA

TÓPICO 3 – PLANTAS DANINHAS

TÓPICO 4 – MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

TÓPICO 5 – ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E GRÃOS





## 1 INTRODUÇÃO

A entomologia é o ramo da ciência que estuda os insetos e suas relações com o homem. Considerando o foco agrícola, vamos estudar os insetos e pragas, causadores de diversos problemas para o homem na agricultura.

Para os cultivos agrícolas os insetos são muitos importantes, pois alguns são polinizadores, ou seja, insetos como abelhas e alguns besouros transferem o pólen de uma planta para outra o que garante a fecundação cruzada de algumas espécies. O outro papel benéfico é realizado pelos insetos considerados inimigos naturais, estes são predadores de outros insetos considerados pragas agrícolas.

Considerando o foco agrícola, vamos estudar os insetos e pragas, causadores de diversos problemas para o homem na agricultura, esses insetos pragas demandam de todos os que trabalham no campo atenção redobrada, pois eles podem causar muitas perdas e os custos de controle podem ser altos se a infestação não for controlada no momento certo.

## 2 CONCEITO DE PRAGAS

Diversos organismos podem ser considerados pragas. Organismos considerados pragas são aqueles que competem com o homem por alimentos, prejudicam o bem-estar e a saúde das pessoas e de outros animais.

Com relação ao sistema convencional de agricultura, praga é qualquer organismo encontrado no ecossistema e que possa causar danos. No caso do manejo integrado de pragas (MIP), praga é o organismo que está causando danos econômicos (PICANÇO, 2010).

Estes conceitos são importantes, pois regem toda a tomada de decisão para a aplicação ou não de pesticidas.

O nível de dano econômico (ND) significa a densidade populacional do organismo, em que ele possa causar prejuízos de igual valor ao custo de seu controle. O ND depende do preço do produto agrícola, do custo de controle, da capacidade de a praga causar danos à cultura e da susceptibilidade da cultura à praga, portanto, no controle de pragas é importante observar o nível da não ação (NNA). Neste caso, é considerada a densidade populacional do inimigo natural, que pode controlar a população da praga.

## 2.1 TIPOS DE PRAGAS

As pragas podem ser classificadas de acordo com a parte da planta que é atacada e de acordo com sua importância.

a. De acordo com a parte da planta que é atacada:

- Praga direta: ataca a parte comercializada. Ex.: broca pequena do tomateiro.
- Praga indireta: afeta indiretamente a parte comercializada. Ex.: lagarta da soja. Causa desfolha.

b. De acordo com sua importância:

- Organismos não praga: sua densidade populacional não atinge o nível de controle. São as espécies filófagas.
- pragas secundárias: estas pragas não atingem o nível de dano. Ex.: ácaros no café.
- pragas-chave: estes organismos sempre atingem o nível de dano.
- pragas frequentes: frequentemente atingem o nível de dano. Ex.: cigarrinha verde em feijoeiro.
- pragas severas: o ponto de equilíbrio destas pragas é maior que o nível de controle. Ex.: formigas saúvas.

## 2.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRAGAS

A identificação das pragas é importante para conhecer o tipo de injúria ou lesão que esse inseto causa e o tipo de controle mais adequado.

### 2.2.1 Pragas de solo

As pragas de solo atacam raízes e órgãos subterrâneos, causando a morte ou definhamento das plantas. As principais pragas de solo são as larvas de besouros, cupins subterrâneos, percevejos, cigarras e cochonilhas.

a. Cupins subterrâneos: os cupins subterrâneos pertencem à ordem *Isoptera* e família *Termitidae*. São pragas que ocorrem na fase inicial do desenvolvimento das plantas. As maiores ocorrências são observadas em solos de cerrado, nas culturas de cana-de-açúcar e eucalipto, e causam redução da população de plantas.

O controle deve ser realizado se constatada a presença de ninhos subterrâneos. Deve-se fazer o controle dessas pragas com o tratamento de sementes, mudas e toletes. E também a aplicação de inseticidas no sulco de plantio.

- b. Larvas de besouros: as principais pragas deste grupo são as larvas de besouros das famílias *Cerambycidae*, *Chrysomelidae* (larva alfinete), *Curculionidae* (bicudos), *Elateridae* (larva arame) e *Scarabaeidae* (corós).

O *Migdolus fryanus* (*Cerambycidae*) causa danos na cultura da cana-de-açúcar. Os principais *Chrysomelidae* pragas são *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*. As larvas dessas pragas atacam as raízes do milho, feijão, cucurbitáceas e tubérculos de batata.

As larvas de *Curculionidae* atacam os órgãos subterrâneos da bananeira (*Cosmopolites sordidus*), batata-doce (*Euscepes postfasciatus*), algodoeiro (*Eutinobothrus brasiliensis*), banana e cana-de-açúcar (*Metamasius* spp.) e solanáceas (*Phyrdenus* spp.).

A larva arame (*Elateridae*) ataca batata, milho e sorgo. O coró (*Scarabaeidae*) ataca gramíneas e leguminosas. As principais pragas são *Phyllophaga* spp., *Dioboderus* spp. e *Cyclocephala* spp.

- c. Cochonilhas da raiz: a cochonilha ataca as culturas do café, abacaxi e uva.
- d. Percevejo castanho: estes insetos atacam plantas anuais, em solos de cerrado. Deve-se observar se existem focos de infestação ou a presença de seu ataque na área de cultivos. Pode realizar o tratamento das sementes e aplicar inseticidas via sulco de plantio.
- e. Sífilas: esta praga ocorre no início da implantação de cultivos de café e hortaliças, em solos ricos em matéria orgânica. Os insetos atacam as raízes causando redução do número de plantas.

## 2.2.2 Pragas de plântulas

Este grupo de insetos ataca a região do coleto das plantas. A lagarta rosca (*Agrotis ipisilon* e *Spodoptera* spp.), grilos (*Gryllus* spp.) e lesmas e caracóis são as principais pragas.

## 2.2.3 Broqueadores de caule

As lagartas são as principais pragas broqueadoras de caule. *Elasmopalpus lignosellus*, *Diatraea scaccharalis* e *Timocratica* spp. são lagartas broqueadoras, larvas de besouros das famílias *Cerambycidae* e *Curculionidae* também são broqueadores. As larvas desses insetos bloqueiam a base do caule de plantas jovens e ponteiros de plantas adultas. Atacam culturas anuais. As larvas podem atacar plantas frutíferas e florestais.

## 2.2.4 Desfolhadores

As lagartas, besouros e formigas cortadeiras causam desfolha nas plantas. Estes insetos causam a redução da área foliar. A desfolha pode ter formato de meia-lua, perfurações causadas por besouros e o consumo da folha toda, como fazem as lagartas.

- a. Lagartas e besouros desfolhadores: as vaquinhas (Coleoptera) são pragas que atacam cucurbitáceas, batata, feijão, soja, tomate e mirtáceas. As espécies de Lepidoptera que causam desfolhas são lagartas do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*), mandarová da mandioca e seringueira, curuquerê do algodão, lagarta da soja, traça das brássicas, curuquerê da couve, lagarta africana e as falsas medideiras.
- b. Formigas cortadeiras: as formigas atacam praticamente todas as culturas. O controle deve ser realizado quando se observam os ninhos.

## 2.2.5 Minadores de folhas

As larvas das minadores de folhas vivem dentro de galerias nas folhas, ocasionando minas. Os minadores de folhas podem ser as lagartas ou moscas minadoras. Os danos causados pelos minadores reduzem a área fotossintética e podem ser porta de entrada para doenças.

Para o controle deve-se aplicar inseticidas sistêmicos via solo ou água de irrigação ou realizar pulverizações nas folhas. As principais pragas da ordem Lepidoptera são a traça do tomateiro, o bicho mineiro do cafeeiro, a traça da batatinha e minador do citrus. As principais pragas da ordem Diptera são as moscas minadoras. O controle deve ser realizado se mais de 10% das folhas estiverem minadas.

## 2.2.6 Sugadores de seiva

As pragas sugadoras de seiva são os percevejos, moscas-brancas, tripes, pulgões, cigarrinhas, psílídeos, cochonilhas e ácaros. Os sugadores podem se alimentar da seiva, conteúdo celular, frutos ou sementes. Essas pragas podem introduzir toxinas e são vetores de diversas doenças viróticas.

- Percevejos: para a tomada de decisão quanto à aplicação de inseticidas deve-se avaliar a intensidade de ataque de ninfas e adultos nas plantas. As principais pragas são os percevejos da soja, percevejo do algodão e os percevejos de fruteiras.
- Moscas-brancas: a principal praga é a espécie *Bemisia tabaci*. Deve-se avaliar a intensidade de ataque de adultos e ninfas para a tomada de decisão quanto à aplicação de inseticidas.

- Tripes e pulgões: os tripes e pulgões atacam diversas culturas, como culturas anuais, hortaliças, plantas ornamentais e fruteiras.
- Cigarrinhas e psíldeos: as cigarrinhas da família *Cicadellidae* atacam o feijoeiro e citros. As cigarrinhas da família *Cercopidae* atacam gramíneas, principalmente cana-de-açúcar e pastagens. Para o controle desta praga deve-se aplicar inseticida seletiva, que favoreça o fungo entomopatogênico *M. anisopliae*, que é uma forma de controle natural da praga. Deve-se aplicar inseticidas sistêmicas no sulco de plantio ou pulverizações.
- Cochonilhas: as cochonilhas atacam o abacaxi, o café, citros, pêssego e plantas ornamentais. O controle é realizado quando se encontram focos do ataque.
- Ácaros: os ácaros atacam culturas anuais, fruteiras, hortaliças e plantas ornamentais. O controle é realizado avaliando-se a intensidade de ataque às folhas ou frutos.

## 2.2.7 Broqueadores de frutos

As larvas de moscas das frutas, de besouros, de lepidópteros e de vespas são os exemplos de insetos broqueadores de frutos. O ataque às flores provoca o abortamento. Podem causar queda de frutos novos e tornam os frutos desenvolvidos impróprios para a comercialização.

- Mosca das frutas: as espécies *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* são pragas da ordem *Diptera*, família *Tephritidae*.
- Besouros broqueadores de órgãos reprodutivos: estas pragas acatam culturas como algodão, café, goiaba e palmáceas.
- Lagartas broqueadoras de frutos: as principais pragas são a lagarta africana *Helicoverpa arimigera*, que ataca solanáceas, leguminosas e algodão. As brocas das cucurbitáceas (*Diapania* spp.), causadoras de grandes danos nas culturas da abóbora, abobrinha, melancia, melão e pepino. A lagarta rosada, lagarta do cartucho e lagarta das maçãs atacam o algodoeiro. A traça do tomateiro e a broca pequena são exemplos de insetos broqueadores de frutos que atingem e podem causar sérios danos à cultura do tomateiro.

## 3 AMOSTRAGEM

A amostragem tem o objetivo de avaliar a intensidade de ataque das pragas. Nos planos de amostragem, a área é dividida em talhões uniformes e faz-se a distribuição de amostras ao longo do talhão, pelas unidades e técnicas amostrais, número de amostras, características a serem amostradas e frequência de amostragem.

Os talhões devem ser divididos de acordo com o cultivar, a idade das plantas, o espaçamento e as características da área.

Para cada grupo de pragas procede-se à amostragem. Na amostragem dos insetos causadores de mortalidade de plântulas e os desfolhadores conta-se o número de plantas atacadas por estes insetos, em cada ponto amostral.

Para os insetos sugadores, realiza-se a batida com uma folha no terço médio do dossel e conta-se o número de tripses, pulgões e moscas brancas. Avalia-se a presença do ácaro com uma lupa de dez aumentos.

A presença dos minadores é avaliada nas minas ativas em folhas dos terços basal e mediano do dossel. Os broqueadores são amostrados, contando-se o número de frutos broqueadores ou de ovos presentes.

A amostragem deve ser semanal. A amostragem deve ser realizada apenas na época de ocorrência da praga e no estágio fenológico da cultura. O número de amostras depende do plano amostral adotado. O plano convencional é fixo. No caso do plano sequencial, o número de amostras é variável.

### 3.1 TOMADA DE DECISÃO

A partir de índices de tomada de decisão de controle é possível determinar as densidades das pragas e decidir pela necessidade ou não de adotar medidas de controle, seja o químico ou o biológico.

Para os insetos do grupo de pragas causadores de morte de plantas e pragas de solo, a partir de 5% de ataque deve-se realizar o controle.

Pragas desfolhadoras, o controle químico ou biológico só deve ser adotado quando 10% das folhas estiverem com desfolha. Insetos sugadores são controlados quando forem encontrados dois insetos por amostra. Quando o nível de controle dos ácaros estiver em 10% de ataque deve-se fazer o controle. O controle químico ou biológico deve ser realizado para minadores de folhas quando 10% das folhas forem atacadas. Insetos broqueadores de frutos devem ser controlados quando 5% dos frutos forem atacados.

## 4 MÉTODOS DE CONTROLE

Os métodos de controle devem ser realizados de acordo com o manejo consciente, colaborando assim com a preservação do meio ambiente, reduzindo os custos de aplicação, além de contribuir com a saúde dos agricultores e suas famílias.

Os métodos de controle de pragas podem ser classificados em: controle cultural, resistência de plantas, controle biológico, controle químico e controle comportamental.

## 4.1 CONTROLE CULTURAL

Utilizam-se práticas agrícolas que controlam as pragas. Entre estas práticas, destacam-se:

- Uso de telado: o uso de telados em viveiros e sementeiras evita a entrada de insetos sugadores, que podem ser vetores de viroses.
- Uso de mudas isentas de patógenos: é importante observar as mudas, principalmente antes do plantio, para evitar a introdução de pragas e doenças na área.
- Eliminar frutos caídos: os frutos que estão no chão são fonte de inoculo.
- Evitar plantios em locais onde o vento possa disseminar patógenos.
- Realizar plantios próximos às matas: geralmente, nas matas ficam os ninhos dos inimigos naturais.
- Adubação: a adubação correta contribui para reduzir a incidência de vetores de viroses, além de ácaros e outras pragas.
- Incorporação dos restos culturais: esta técnica reduz a fonte de inoculo.
- Manejo de plantas invasoras: muitas plantas invasoras podem ser abrigo e servir de alimento para os inimigos naturais. No entanto, deve-se ter cuidados com plantas que sejam hospedeiras de pragas e aquelas plantas da mesma família.
- Retirada de plantas doentes: esta prática evita a disseminação de viroses, além de erradicar a fonte de inoculo.
- Rotação de culturas: a rotação de culturas reduz o ataque de desfolhadores, minadores e broqueadores.

## 4.2 RESISTÊNCIA DE PLANTAS

A resistência de plantas consiste em utilizar plantas que sejam resistentes às pragas. É considerada um método de controle interessante, pois é de fácil adoção, especificidade, baixo custo, e é compatível com outros métodos de controle. No entanto, tem-se poucas variedades comerciais resistentes.

Nos últimos anos ocorreram muitos avanços na resistência de plantas às pragas devido ao uso da biotecnologia, principalmente por meio das plantas transgênicas.

## 4.3 CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico deve ser recomendado ao produtor como medidas que contribuem para a preservação do meio ambiente e a redução da aplicação de inseticidas.

Diversos grupos de microrganismos podem ser utilizados no controle biológico. Estes são chamados de inimigos naturais. São os predadores, parasitoides, entomopatógenos, parasitas e competidores. As práticas adotadas nos cultivos, como a aplicação de inseticidas, têm reduzido a população de inimigos naturais, o que contribui para a ação das pragas. Algumas práticas contribuem no controle biológico natural, entre elas:

- Uso de práticas que favoreçam as populações de inimigos naturais.
- Uso de inseticidas seletivos.
- Os fungos entomopatogênicos são inimigos naturais de várias pragas, portanto, deve-se evitar o uso em excesso de fungicidas.
- Ao final da tarde reduz-se o número de inimigos naturais no campo, portanto, é importante dar preferência a esses horários para as aplicações.

Existe também a produção em massa de inimigos naturais e a aplicação no campo para o controle de pragas. Diversos inimigos naturais são utilizados no controle biológico, como os parasitoides *cotesia*, *tricograma*; os predadores crisopídeos; as bactérias entomopatogênicas *bacilos turingiensis*; os fungos entomopatogênicos *Beauveria*, *metarizium*; e os vírus entomopatogênicos *Baculovirus*.

## 4.4 CONTROLE QUÍMICO

O controle químico ainda é o mais usado para o controle de pragas. Isso se deve ao fato dos produtos serem de fácil aquisição, baixo custo e boa eficiência. No entanto, deve ser utilizado após estudo, para verificar se a praga está causando danos econômicos. Alguns cuidados devem ser observados na escolha de inseticidas:

- O produto deve possuir registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).
- O produto não pode ser tóxico para a planta. Recomenda-se a aplicação do produto em horários mais frescos do dia.
- É interessante que o produtor utilize produtos que tenham baixo custo/ha.
- Seletividade: deve-se dar preferência a produtos seletivos para os polinizadores e os inimigos naturais.
- Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI): o produto a ser utilizado deve ser pouco tóxico ao ambiente. Além disso, deve-se atentar à toxicidade ao aplicador, aos animais e demais seres vivos ao redor da área. O aplicador deve usar o EPI. As embalagens devem ser descartadas de forma correta.

Para a utilização, deve-se atentar a alguns cuidados:

- Rotação dos produtos.
- Seletividade dos inseticidas.
- Uso de espalhante adesivo na calda.
- Emprego de equipamento de proteção individual.
- Armazenamento adequando dos produtos.
- Cuidados para evitar a intoxicação dos aplicadores.
- Prevenção e treinamento dos aplicadores.
- Devolução das embalagens.

## 4.5 CONTROLE COMPORTAMENTAL

O controle comportamental se baseia nos aspectos fisiológicos dos insetos. Estes utilizam substâncias odoríferas para localizar hospedeiros, para defesa, escolhem locais de ovoposição, acasalamento e organização social. Estas substâncias são conhecidas como feromônios e aleloquímicos. Os feromônios são usados para comunicação entre indivíduos da mesma espécie. Já os aleloquímicos são utilizados para espécies diferentes.

O feromônio é o mais utilizado, sendo o sexual o mais utilizado no manejo de pragas. Neste caso, a substância é liberada para atração do parceiro sexual.

Os feromônios são usados no monitoramento e no controle de pragas. No monitoramento são utilizados para verificar a densidade da praga e se esta atingiu o nível de controle.

No controle, os feromônios são usados em misturas com inseticidas ou através de técnicas de confundimento, assim, o ambiente fica saturado com o feromônio sexual e dificulta o acasalamento.

## 5 RECEITUÁRIO AGRONÔMICO

Agrotóxicos são definidos como substâncias ou mistura de substâncias usadas para prevenir, destruir ou controlar pragas, vetores de doenças em humanos ou animais, e plantas indesejadas, que estejam causando danos à produção agrícola, agroindustrial, florestal ou zootécnica (FAO, 2005).

Os agrotóxicos têm a função de destruir as pragas, no entanto, têm impactos negativos se o uso não for realizado de maneira correta. O uso racional dos agrotóxicos é de suma importância para evitar a contaminação da água e solo, bem como a saúde dos usuários e animais. O receituário agrônomo é uma ferramenta que auxilia os produtores e gestores na aplicação dos agrotóxicos e na destinação correta das embalagens.

O receituário agrônômico é uma orientação técnica para o uso de agrotóxicos, por profissional legalmente habilitado, estabelecido no Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Assim, os agrotóxicos e afins só poderão ser comercializados aos usuários, mediante apresentação de receituário próprio. O receituário agrônômico tem ainda outras funções, entre elas:

- Busca a origem do problema fitossanitário e, assim, utilizar o mínimo de agrotóxicos.
- Exige do técnico conhecimentos para alcançar os objetivos almejados.
- O responsável técnico é o responsável pelos resultados, sejam positivos ou negativos. Existe um documento comprovando a responsabilidade do técnico.

O receituário agrônômico tem várias vantagens, entre as quais se pode destacar:

- Contribui para maior conscientização sobre o uso de produtos fitossanitários.
- É medida para proteção e valorização do meio ambiente.
- Facilita a adoção do MIP.
- Emprego de produtos fitossanitários mais seguros e eficientes.
- Valorização da classe de engenheiros agrônomos e florestais, que são os profissionais envolvidos na Assistência Técnica.
- Possibilita mais fiscalização e cumprimento da legislação.

A receita deve conter:

- Nome do usuário, da propriedade e localização.
- Diagnóstico.
- Recomendação para que o usuário leia o rótulo e a bula do produto.
- Nome do produto comercial que será utilizado e os produtos equivalentes.
- Nome da cultura e áreas onde serão aplicados.
- Modalidade de aplicação e instruções.
- Doses de aplicação.
- Época de aplicação.
- Intervalo de segurança.
- Orientações quanto ao MIP.
- Precauções de uso.
- Orientações quanto à obrigatoriedade de utilização do EPI.
- Nome, Data, CPF, registro no órgão fiscalizador e assinatura do profissional que a emituiu.

O receituário deve ser emitido em duas vias, uma ficará com o usuário e a outra no estabelecimento comercial.

## 5.1 DADOS TÉCNICOS

O profissional RT deve dar informações sobre a cultura, as instalações e os produtos armazenados. Diversas informações devem ser especificadas no receituário, entre elas:

- Deve ser informado o nome da cultura, e a variedade, se houver recomendações específicas para as variedades.
- O local onde o produto será armazenado.
- A área de cultivo, o volume e o peso devem ser especificados e o modo que o agrotóxico será aplicado.
- Descrever o organismo praga, realizar a amostragem e recomendar o controle químico somente se a infestação estiver acima do nível de controle.

## 5.2 PRESCRIÇÃO TÉCNICA

A prescrição técnica tem o objetivo de utilizar outros métodos de controle, além do controle químico. Deve conter as seguintes informações:

- Dosagem do produto.
- Tipo e época de aplicação.
- Recomendação sobre o MIP.
- Caso o agrotóxico seja recomendado, deve-se observar se ele é registrado para a cultura.

Outras informações devem conter na prescrição:

- O momento correto de aplicação, que dependerá do nível de controle (NC) da praga-alvo.
- O MIP deverá ser sempre recomendado. Outras medidas de controle, como os métodos culturais, comportamentais, físicos, biológicos são alternativas para a prevenção e controle das pragas.
- O tipo de equipamento de aplicação, se manual costal, mecanizado, tratorizado, o volume da calda, o horário de aplicação (observar o vento, chuva, temperatura do dia).
- A calibragem do equipamento de aplicação, cálculo da vazão, volume de aplicação e quantidade do produto devem ser descritas para que a pulverização seja eficiente e com o mínimo de perdas do produto.
- O Equipamento de Proteção Individual (EPI) deve ser recomendado e seu uso é obrigatório.

FIGURA 1 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL QUE DEVEM SER UTILIZADOS NA APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS OU PRODUTOS TÓXICOS



FONTE: Ramos (2017)

### 5.3 PRESCRIÇÃO DE CONTROLE

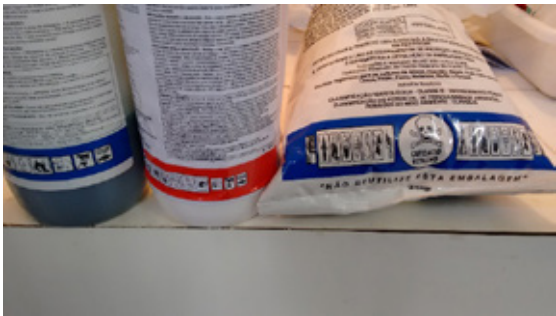
A prescrição técnica é a indicação do agrotóxico que deverá ser aplicado. O RT recomenda a quantidade, a formulação, o período de carência, a classe toxicológica e o grupo químico do produto comercial a ser comprado. Além dessas recomendações, outras são importantes, entre elas, a formulação, que está inscrita nas embalagens (Figura 2), o período de carência do produto, o grau de toxicidade do produto (Quadro 1) e o descarte correto das embalagens.

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

| CLASSE     | GRAU                 | COR DA FAIXA |
|------------|----------------------|--------------|
| Classe I   | Extremamente tóxicos | Vermelha     |
| Classe II  | Altamente tóxicos    | Amarela      |
| Classe III | Medianamente tóxicos | Azul         |
| Classe IV  | Pouco tóxicos        | Verde        |

FONTE: A autora

FIGURA 2 – RÓTULOS DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS



FONTE: Ramos (2017)

### 5.3.1 Descarte das embalagens vazias

O modo de manuseio e o descarte das embalagens dos defensivos agrícolas causam preocupação.

FIGURA 3 – LOCAL SEPARADO PARA O DESCARTE DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS



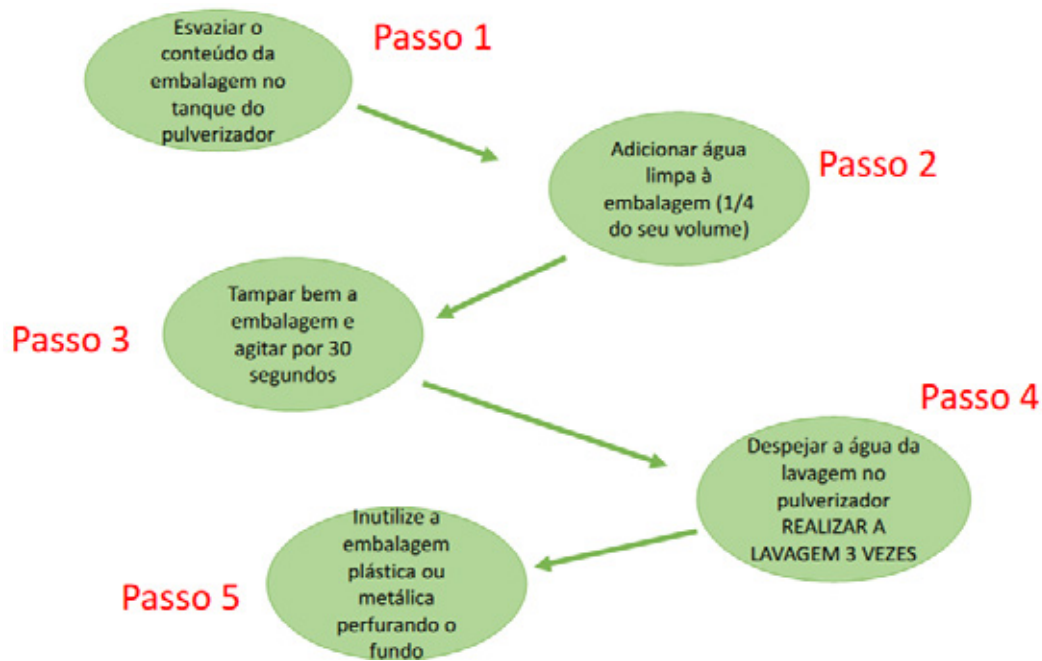
FONTE: Ramos (2017)

A tríplice lavagem (Figura 4) é a ação quando o agricultor faz um prévio tratamento das embalagens, enxaguando três vezes, de acordo com as recomendações do fabricante.

Outro modo é utilizar a lavagem sob pressão aproveitando o dispositivo próprio nos tanques dos pulverizadores tratorizados. Segundo a Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000, que altera a Lei nº 7.802/89, é de responsabilidade do usuário de agrotóxico efetuar a devolução das embalagens vazias (de acordo com as recomendações) aos estabelecimentos comerciais adquiridos e as empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos são responsáveis por dar um destino final adequado a esses materiais.

Após a tríplice lavagem das embalagens de produtos líquidos, deve-se entregá-las no posto de recebimento indicado na nota fiscal de compra em até um ano após a compra do produto, conforme prevê legislação do MAPA (Lei nº 9.974/2000 e Decreto nº 4.074/2002).

FIGURA 4 – ETAPAS DA TRÍPLICE LAVAGEM DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS



FONTE: O autor



Sugerimos a leitura do seguinte material:

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4. ed. CIDADE: EDITORA, 2014, 564p.

# RESUMO DO TÓPICO 1

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- A entomologia é o ramo da ciência que estuda os insetos e suas interações com o homem.
- As pragas são aqueles organismos que podem prejudicar o homem, seja pela competição ou pelos problemas de saúde que podem causar.
- No manejo integrado de pragas (MIP), praga é conceituado como o organismo que está causando danos econômicos.
- Uma variável importante é o nível de dano econômico (ND), que significa a densidade populacional do organismo, a partir do qual ele pode causar prejuízos de igual valor ao custo do seu controle.
- O nível da não ação (NNA) é a densidade populacional do inimigo natural.
- As pragas podem atacar diversas partes da planta, como raízes, órgãos subterrâneos, coleto das plântulas, broquear caules, folhas, além de sugar a seiva e broquear frutos.
- A amostragem avalia a intensidade de ataques e a necessidade ou não de controle. Para cada grupo de pragas é utilizado um tipo de amostragem diferente. A tomada de decisão também deve ser de acordo com a praga.
- Os métodos de controle são as diversas práticas utilizadas para controlar as pragas, caso estas estejam acima do ND.
- O método cultural caracteriza-se por práticas agrícolas, como uso de telados, uso de mudas isentas de patógenos, eliminação de frutos caídos, plantio próximo às matas, adubação equilibrada, incorporação de restos culturais, manejo de plantas invasoras, além da retirada de plantas doentes e a rotação de culturas.
- A resistência de plantas é um método de fácil adoção e baixo custo.
- No controle biológico podem ser utilizados diversos microrganismos, como predadores, parasitoides, entomopatógenos, parasitas e competidores.
- O controle químico é um controle de fácil aquisição, baixo custo e boa eficiência, mas deve ser aplicado se a praga estiver causando danos econômicos.

- O controle comportamental baseia-se na fisiologia dos insetos-praga. A comunicação entre os insetos é realizada por meio de feromônios e aleloquímicos. Os feromônios são usados para o monitoramento e controle de pragas.
- O receituário agrônômico é uma orientação técnica para o uso de agrotóxico, expedida por profissional habilitado, como engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal. Estes profissionais devem prescrever também o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI).



1 Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta:

- I- O nível de dano econômico (ND) é o ponto em que o inseto-praga causa prejuízos de igual valor ao custo do seu controle.
- II- O controle de cupins deve ser realizado somente quando estes insetos começarem a atacar as culturas.
- III- As plantas invasoras devem ser preservadas, pois elas abrigam os inimigos naturais das pragas.
- IV- O receituário agrônômico é um documento que contribui para reduzir o uso de agrotóxicos nas lavouras, além de facilitar o uso do MIP e conscientizar os produtores rurais no uso consciente dos agrotóxicos.
- V- Os agrotóxicos da classe I são pouco tóxicos e a cor da faixa é amarela.

Com base nas afirmativas acima é válido dizer que:

- a) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- b) ( ) As afirmativas I e III são corretas.
- c) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.
- d) ( ) As afirmativas II e V são corretas.
- e) ( ) As afirmativas I e IV são corretas.

2 Descreva como é realizada a lavagem das embalagens de defensivos agrícolas.





## 1 INTRODUÇÃO

A fitopatologia é a ciência que estuda as doenças de plantas. *Phyton* significa planta; *pathos* é doenças e *logos* é o estudo.

Doenças em plantas é a interação entre uma planta suscetível, um agente patogênico e o meio ambiente favorável. Este é o triângulo de doenças de plantas. A modificação em algum desses fatores contribuirá para a redução na intensidade ou taxa de desenvolvimento da doença. Além desses fatores, o homem e o tempo também interagem na manifestação da doença.

O ambiente é um componente importante, pois pode impedir que a doença ocorra, mesmo na presença do hospedeiro suscetível e do patógeno.

No fator tempo, deve-se considerar as condições climáticas, o estágio de desenvolvimento das plantas, a duração e a frequência de temperatura favorável e chuvas, época de aparecimento de vetores, duração do ciclo de infecção de uma doença.

O homem utiliza-se de medidas de manejo para paralisar o desenvolvimento da doença. Ademais, é o homem quem escolhe o tipo de planta a ser utilizada em determinada área, o grau de resistência da planta, a época de plantio, a densidade de plantio e as práticas de manejo que podem ser utilizadas para evitar o desenvolvimento da doença.

## 2 FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DAS DOENÇAS DE PLANTAS

A evolução da infestação das doenças nas plantas depende de alguns fatores, os quais podem funcionar como limitantes ou barreiras para a progressão de doença nos cultivos agrícolas. Estes fatores podem ser característicos das plantas hospedeiras, dos patógenos, do ambiente ou da ação humana. Para que não restem dúvidas estudaremos cada um desses fatores a seguir:

**Hospedeiro:** o nível de resistência ou suscetibilidade, o grau de uniformidade genética das plantas, o tipo de cultura e a idade da planta hospedeira são alguns dos fatores das plantas hospedeiras e que podem influenciar o desenvolvimento de epidemias.

**Patógeno:** o nível de virulência e agressividade, quantidade de inoculo, tipo de reprodução, ecologia, modo de disseminação e sobrevivência são os principais fatores nos patógenos que influencia o desenvolvimento de epidemias.

**Ambiente:** as variantes que afetam o desenvolvimento de doenças de plantas são a chuva, a umidade, a temperatura, a luminosidade, o pH, a fertilidade do solo e a nutrição mineral de plantas. O ambiente pode afetar a disponibilidade, o estágio de crescimento, a suscetibilidade genética do hospedeiro, a sobrevivência, a taxa de multiplicação, a esporulação, a distância de disseminação do patógeno, a taxa de germinação dos esporos e a penetração do patógeno.

**Homem:** o homem pode favorecer ou reduzir a incidência da doença, de acordo com as ações que pratica. A seleção e preparo do local de plantio, a seleção de materiais de propagação, as práticas culturais e a introdução de novos patógenos podem influenciar positiva ou negativamente as doenças.

### 3 FUNGOS FITOPATOGÊNICOS

Os fungos fitopatogênicos pertencem a classe de fungos que causam danos as plantas. Os microrganismos pertencentes a essa classe podem passar todo o seu ciclo de vida parasitando o hospedeiro, que nesse caso são as plantas, ou podem passar uma fase no hospedeiro e outra fase no solo ou em restos vegetais.

#### 3.1 MÍLDIOS PULVERULENTOS OU OÍDIOS

São causados por fungos do filo Ascomycota. Os oídios são parasitas obrigatórios, assim, não matam as plantas. No entanto, a planta reduz sua fotossíntese e ocorre queda na produção.

**Sintomas:** os sinais do patógeno são o crescimento branco, pulverulento na superfície adaxial das folhas. Os sinais podem também ocorrer na face abaxial das folhas, e também em gemas, ramos jovens, hastes, flores e frutos. Os sintomas de oídio das folhas são manchas amareladas, que se tornam necrosadas. Nos ataques severos podem ocorrer quedas de folhas, necrose e morte de ramos, assim como deformações em frutos jovens.

**Controle:** o controle dos oídios pode ser realizado com o uso de variedades resistentes e a pulverização com fungicidas. Podem ser usados fungicidas à base de enxofre, que têm alta eficiência.

## 3.2 MÍLDIOS

Os míldios são causados por organismos pertencentes ao Reino Chormista e à classe Oomycetes. Os míldios verdadeiros pertencem à família *Peronosporaceae*. O micélio desses fungos é do tipo cenocítico e o esporo sexuado é o oósporo e os esporos assexuais, os zoósporos.

Algumas doenças importantes são causadas por míldios: o míldio da videira é causado por *Plasmopara vitícola*, gênero *Plasmopara*. O míldio da cebola é causado por *Peronospora destructor* e pertence ao gênero *Peronospora*. *Bremia lactucae* causa o míldio da alface e pertence ao gênero *Bremia*. O míldio das cucurbitáceas é causado pelo fungo *Pseudoperonospora cubensis*, pertencente ao gênero *Pseudoperonospora*. O míldio do sorgo é causado pelo fungo *Peronosclerospora sorghi* e pertence ao gênero *Peronosclerospora*.

## 3.3 MANCHAS FOLIARES

As manchas foliares são doenças comuns que atacam a parte aérea das folhas, ramos, hastes e frutos. A doença causa redução da área fotossintética, desfolha e redução da qualidade de folhas e frutos para comercialização.

**Sintomas:** os sintomas mais comuns das manchas foliares são manchas necróticas localizadas, e podem ser de forma esférica, ovaladas, fusiformes ou alongadas.

As manchas podem ser de coloração marrom, amarelada, púrpura, cinza ou preta. O tamanho pode variar de pequenas pontuações até alguns centímetros.

Devido à presença de manchas nas folhas, a planta apresenta desfolha, queda de flores e frutos, subdesenvolvimento ou maturação precoce dos frutos, chegando à morte da planta, se atacada nos estádios iniciais de desenvolvimento.

**Etiologia e epidemiologia:** vários fungos que causam manchas foliares são da classe Ascomycetes.

A reprodução assexuada ocorre por meio de conídios produzidos em conidióforos livres, como no caso da *Alternaria*, *Pyricularia*, *Bipolaris*. Os fungos podem se reproduzir em agregados ou frutificações:

- Agregados:
  - Esporodóquio: *Cercospora*, *Pseudocercospora*
  - Sinêmio: *Isariopsis*, *Phaeoisariopsis*
- Frutificações:
  - Picnídio: *Septoria*
  - Acérvulos: *Marssonina*

Na fase sexuada, os fungos produzem ascocarpos e ascósporos. Os patógenos sobrevivem como micélios ou conídios, nos restos culturais, em sementes, em plantas invasoras ou em plantas perenes.

A dispersão dos conídios ocorre por animais, ventos, chuvas, irrigação, sementes contaminadas.

**Controle:** o controle da mancha foliar se dá pelo uso de variedade resistentes, pulverização com fungicidas protetores ou sistêmicos e tratamento de sementes. Para algumas culturas recomenda-se a destruição dos restos culturais, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras ou a combinação dessas duas estratégias.

### 3.4 ANTRACNOSES

O fungo causador dessa doença pertencente ao gênero *Colletotrichum*, a antracnose é uma doença que atinge diversas culturas, como soja, uva, manga, caju e outra infinidade de culturas agrônômicas, devido aos sérios danos que esta doença pode trazer aos cultivos agrônômicos, o controle é feito de forma preventiva e profilática nos campos de produção.

**Sintomas:** os sintomas de antracnose variam de acordo com a parte da planta afetada.

- Caule: os sintomas são lesões pequenas, que se alargam e, quando em grande número coalescem, e podem causar a quebra do caule.
- Folhas: no feijoeiro, por exemplo, tem-se o arroxamento das nervuras na superfície inferior.
- Sementes: manchas amareladas ou marrons no tegumento.
- Frutos: causam lesões limitadas, necróticas, de centro deprimido e bordas elevadas, com anéis concêntricos, onde estão dispostos os acérvulos do patógeno.

Os sinais do fungo são os acérvulos e conídios. Os acérvulos caracterizam-se por uma massa de coloração róseo-alaranjada, que podem ser observadas em condições de alta temperatura e umidade relativa alta.

**Etiologia e epidemiologia:** os agentes etiológicos da antracnose são o fungo imperfeito *Colletotrichum*. E a forma perfeita é o *Glomerella*.

Os fungos são encontrados no estágio conidial. Os esporos são produzidos em acérvulos subepidérmicos, envoltos em uma massa gelatinosa. A mucilagem se dissolve em água livre e os conídios são liberados e disseminados à curta distância, pela chuva, vento, insetos, animais, homem, implementos agrícolas. A semente transmite o fungo a longas distâncias.

O patógeno pode sobreviver como micélio, conídio ou ascósporo em restos culturais. Muitas culturas podem ser hospedeiras do patógeno. As espécies *C. gloeosporioides* e *C. lindemuthianum* possuem grande diversidade genética e podem apresentar várias raças fisiológicas.

**Controle:** uso de variedades resistentes, uso de sementes sadias, realizar rotação de cultura por dois a três anos com culturas não hospedeiras, realizar bom preparo do solo, evitar plantio adensado.

### 3.5 FERRUGENS

Os fungos causadores de ferrugens pertencem ao filo Basidiomycota, classe Teliomycetes e ordem Uredinales. As ferrugens ocorrem em muitas espécies de plantas e se encontram amplamente distribuídas. Os fungos causadores de ferrugens são parasitas obrigatórios.

Esses organismos não formam basidocarpos típicos e podem apresentar ciclos de vida complexo. Os estágios do ciclo de vida da ferrugem são:

0- Picnio ou espermogônio

I- Écio

II- Urédia

III- Télia

IV- Basídio

Diversas culturas são atacadas pelas ferrugens. Vamos dar como exemplo a cultura do café. A ferrugem é a principal doença que ataca o cafeeiro.

**Sintomas:** os sintomas podem ser observados, inicialmente, na face inferior do limbo foliar, com o aparecimento de manchas amarelo-pardas. As manchas desenvolvem-se rapidamente, tornando-se alaranjadas. Na superfície superior aparecem áreas amareladas. A pulverulência na parte inferior são os uredíniosporos do patógenos, sinal externo da doença. As folhas atacadas caem e provocam atraso do desenvolvimento das plantas.

**Etiologia:** a ferrugem é causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*. Os uredíniosporos penetram através dos estômatos e ocorre a colonização intercelular. O período latente é de cerca de 30 dias.

**Epidemiologia:** os fatores ambientais que determinam a germinação e infecção do fungo são: água em estado líquido; ausência de luz e temperatura entre 21 e 26 °C; o vento é o principal agente de dispersão dos uredosporos. A doença é policíclica e a epidemia pode ser dividida em três fases:

1. Inicialmente, tem-se pequena quantidade do inoculo, e o nível da doença é baixo.

2. A segunda fase inicia-se no período chuvoso, e estimula o crescimento das lesões.
3. Nesta fase ocorre a doença, ocorre com maior intensidade, com o máximo de infecção.

**Controle:** uso de variedade resistentes e controle químico com fungicidas cúpricos.

## 3.6 CARVÕES

Os fungos colonizam os órgãos florais e os meristemas do hospedeiro. São formados os ustilosporos ou teliósporos e os basidiósporos. Estes fungos são monocíclicos.

Exemplos de carvão: *Ustilago scitaminea* (carvão da cana-de-açúcar), *U. avenae* (Carvão da aveia), *U. maydis* (Carvão do milho), *Tilletia* sp. (cárie do trigo).

Vamos dar um exemplo de carvão da cana-de-açúcar. O carvão da cana-de-açúcar causa perdas diretas e indiretas.

- Perdas diretas: redução na produção, redução na qualidade dos colmos, formação de colmos mais finos e fibrosos, reduz a germinação dos toletes.
- Perdas indiretas: reduz a área de plantio, aumento do custo de produção devido às práticas fitossanitárias de controle.

**Sintomas:** redução do crescimento e superbrotamento das touceiras, com afinamento dos colmos. Aparece o chicote, que são apêndices, devido ao crescimento irregular do meristema e onde os fungos formam os esporos.

**Etiologia:** a doença é causada pelo fungo *Ustilago scitaminea* Sydow, filo Basidiomycota, classe Ustomycetes, ordem Ustilaginales. É parasita obrigatório. A penetração ocorre pelas gemas dos toletes.

**Condições favoráveis:** alta temperatura (25 a 30 °C).

**Controle:**

- Uso de variedades resistentes.
- Uso de material propagativo sadio e de boa origem sanitária.
- Cuidados com a instalação dos viveiros. Devem ser construídos longe dos campos de produção.
- Realizar o tratamento térmico dos toletes.
- Realizar o *roguing* e a eliminação da planta.
- Pousio também contribui para reduzir a infestação por carvão.

## 4 BACTÉRIAS FITOPATOGÊNICAS

As bactérias fitopatogênicas são um grupo de microrganismos que englobam todas as bactérias causadoras de doenças em plantas, esses microrganismos causam doenças severas, pois a sua multiplicação é muito rápida.

As doenças causadas por bactérias são alvo de muita preocupação nos cultivos agrícolas devido à dificuldade encontrada no controle destas, por isso os cuidados para evitar a entrada desses patógenos na área é extremamente importante para que sejam evitados grandes prejuízos.

As plantas demonstram diferentes sintomas quando atacadas por bactérias. Esses sintomas podem ser semelhantes às doenças causadas por outros microrganismos, como fungos e vírus, todavia, alguns sinais são específicos de doenças bacterianas como a presença de exsudados e pus bacteriano.

### 4.1 SINTOMAS

Os sintomas mais comuns causados por bactérias são:

- Manchas em folhas, caules e frutos.
- Cancros.
- Morte de ponteiros.
- Murchas vasculares.
- Podridões moles.
- Hiperplasias.

Os tecidos vegetais quando atacados por bactérias apresentam aspecto encharcado, que recebe o nome de anasarca.

#### 4.1.1 Manchas e queimas

São os sintomas mais comuns de ataque de bactérias nas plantas. Pode ocorrer em qualquer órgão da planta. As manchas são lesões necróticas localizadas, podendo ser circundadas por halos amarelados. Apresentam variação em tamanho, cor e forma.

#### 4.1.2 Cancros

São lesões que ocorrem nos caules. Os sintomas de cancro têm aspecto de lesões alongadas no caule, profundas, como uma rachadura.

O cancro é uma infecção sistêmica. A bactéria invade a planta e multiplica-se nos feixes vasculares e expande para o tecido do parênquima. Ex.: *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* (Cancro do tomateiro), *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (cancro cítrico).

### 4.1.3 Murchas vasculares

As murchas vasculares afetam plantas herbáceas. A bactéria penetra nas raízes e coloniza os vasos do xilema, bloqueando a movimentação de água, o que causa a murcha e morte da parte aérea. Ex.: *Ralstonia solanacearum* (murcha bacteriana do tomateiro), *Ralstonia solanacearum* raça 2 (murcha bacteriana da bananeira).

### 4.1.4 Podridões-mole

O patógeno ataca órgãos de reserva, tubérculos, rizomas, bulbos e frutos. Ocorre o amolecimento de decomposição dos tecidos atacados. A doença ocorre no campo, mas pode ocorrer nas fases de armazenamento e comercialização. O patógeno secreta enzimas pectolíticas, que degradam a parede celular das células do hospedeiro, levando ao amolecimento e decomposição. Devido à decomposição dos tecidos, a podridão-mole causa um cheiro desagradável, que é característico do grupo. Ex.: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum*.

### 4.1.5 Proliferação e tumores

A bactéria causa um crescimento anormal dos tecidos da planta, também chamado hiperplasias e hipertrofia. As galhas e tumores, a proliferação de raízes e a fasciação.

### 4.1.6 Sarna

As áreas atacadas têm aspecto rugoso, corticoso e escuros, de tamanho variável, devido à proliferação de células da periderme. Ex.: *Streptomyces scabies* (Sarna comum).

## 5 NEMATOIDES FITOPATOGÊNICOS

Os nematoides são organismos pequenos e de coloração transparente. Estes organismos podem ser de vida livre, parasitas de plantas, animais e até de insetos. Os nematoides podem atacar os órgãos subterrâneos das plantas, como raízes, bulbos, tubérculos e rizoma. Podem atacar também órgãos aéreos, como caules, folhas e sementes.

Esses patógenos penetram e se movimentam nos tecidos das plantas, liberam substâncias tóxicas às plantas, além de retirar nutrientes e causam danos.

Os sintomas dos nematoides aparecem em reboleiras. As plantas apresentam-se menores, amareladas, com sintomas de deficiência nutricional e, além disso, apresentam pouca resistência à falta de água e alta temperatura. Os sintomas dos fitonematoides são:

- Nanismo e crescimento retardado da planta.
- Necrose, descoloração, manchas e enrolamento de folhas.
- Morte dos ponteiros.
- Galhas nas folhas e sementes.

Os sintomas na parte subterrânea podem destacar:

- Intensa ramificação radicular.
- Paralisação do crescimento das raízes.
- Formação de galhas.
- Deformação dos tubérculos.
- Lesões nas raízes, tubérculos e rizomas.
- Rachaduras nas raízes.

As perdas na produção devido ao ataque de nematoides podem ser severos, e dependem da espécie de nematoides, da variedade, do grau de infestação do solo e das condições ambientais.

## 5.1 BIOLOGIA

Os nematoides, assim como a grande parte dos organismos vivos, possuem ciclo de vida definido, no qual existem algumas fases, durante o seu desenvolvimento esses microrganismos vivem tanto no hospedeiro como no solo. Para que seja melhor entendido o ciclo de vida dos nematoides, este será detalhado a seguir.

**Ciclo de vida:** inicia-se com o ovo, que forma um nematoide juvenil. Este não apresenta sistema reprodutivo maduro. O juvenil J1 é fruto do desenvolvimento do embrião e é conhecido como J1. Após a ecdise forma-se o juvenil de 2º estágio (J2), que perfura a casca do ovo e eclode. Este se movimenta no solo à procura de uma planta hospedeira para infectar. O patógeno passa por mais três ecdises, 3º e 4º estágio juvenil e o estágio adulto, formando macho e fêmea. A duração de ciclo de vida é de 2 a 4 semanas, dependendo da temperatura.

**Alimentação:** os nematoides são parasitas obrigatórios. Movem-se no solo à procura do hospedeiro e se move no sentido de maior concentração do estímulo químico percebido.

De acordo com o tipo de parasitismo, os nematoides podem ser classificados em: Ectoparasitas, endoparasitas e semiendoparasitas.

- Ectoparasitas: apenas o estilete é introduzido na planta. O nematoide fica com o corpo para fora.
- Endoparasitas: neste tipo de parasitismo, o patógeno se aloja nos órgãos parasitados.
- Semiendoparasitas: neste caso, o patógeno penetra parcialmente na planta.

Dependendo da motilidade durante o parasitismo, os nematoides podem ser classificados em migradores ou sedentários.

- Migradores são aqueles nematoides móveis quando juvenil.
- Sedentários são aqueles que perdem a motilidade, pois aumentam de volume.

Quanto ao tipo de parasitismo, alguns gêneros podem ser classificados em:

- Endoparasitas migradores: *Pratylenchus*, *Radopholus* e *Bursaphelenchus*.
- Endoparasitas sedentários: *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera* e *Nacobbus*.
- Semiendoparasitas sedentários: *Tylenchulus* e *Rotylenchulus*.
- Ectoparasitas migradores: *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Xiphinema*, *Rotylenchus*.

**Reprodução:** os fitonematoides podem se reproduzir por fertilização cruzada (anfimixia) ou partenogênese. A anfimixia ou partenogênese pode ocorrer nos gêneros *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*. A anfimixia predomina nas populações de *Radopholus similis*.

**Dormência:** alguns nematoides reduzem o metabolismo, na ausência de plantas hospedeiras. Os ovos de *Heterodera glycines* podem sobreviver até 10 anos dentro de cistos, se não forem expostos à umidade e exsudatos radiculares.

**Ecologia:** os nematoides vivem no solo e algumas características do solo determinam sua sobrevivência, dentre eles:

- Temperatura: a faixa ótima é entre 15 e 30 °C.
- Umidade: solos secos ou saturados desfavorecem o nematoide, pois dificulta a movimentação.
- Textura do solo: os solos muito argilosos dificultam a movimentação dos nematoides. Os nematoides podem causar mais danos em solos bem drenados, ou seja, solos arenosos.

## 5.2 NEMATOIDE DAS GALHAS (*Meloidogyne* spp.)

Este gênero é o mais importante devido à grande gama de hospedeiros, aos danos que causam às culturas e a grande distribuição geográfica.

Os sintomas aparecem nas raízes e tubérculos. Nas raízes infectadas formam-se galhas, que reduzem a absorção de nutrientes da raiz, reduzindo o valor comercial das raízes. Na parte aérea os sintomas caracterizam-se pela redução da quantidade de água e nutrientes disponíveis para a planta, além de reduzir o crescimento e apresentar folhas pequenas, amareladas e murchas.

O nematoide das galhas pode infectar grande número de plantas. Quase todas as plantas cultivadas podem ser hospedeiras do nematoide. Entre elas, destacam-se: café, batata, tomate, quiabo, alface, frutíferas, cenoura, fumo. As perdas dependem do estado nutricional da planta, da variedade, espécie, condições de solo, temperatura e quantidade de nematoides na área.

O ciclo de vida do nematoide das galhas inicia-se com o ovo, que formará um nematoide juvenil. O juvenil J1 é fruto do desenvolvimento do embrião e é conhecido como J1. Após a ecdise forma-se o juvenil de 2º estágio (J2), que perfura a casca do ovo e eclode. Este se movimenta no solo à procura de uma planta hospedeira para infectar. O juvenil J2 segue um gradiente de concentração de exsudatos radiculares. As células na região de alongamento são fáceis, pois têm pouca suberina e celulose, portanto, o J2 penetra facilmente. O J2 vai para o tecido vascular e lá se alimenta e introduz as substâncias tóxicas nas células da planta. Assim, ocorre a alteração morfológica e fisiológica. As células aumentam de tamanho, o metabolismo é acelerado. A raiz engrossa e recebe o nome de galha. Dentro das galhas pode-se encontrar várias fêmeas se alimentando, ocorre o fechamento dos vasos condutores e as plantas não se desenvolvem mais. O J2 sofre duas ecdises, J3 e J4 e posteriormente em adultos (fêmea ou macho). O macho não se alimenta, rompe a cutícula e sai da raiz. A fêmea engrossa e amadurece, fazendo a postura dos ovos fora do corpo.

## 5.3 MANEJO DE NEMATOIDES

Como os nematoides causam altas perdas nos cultivos agrícolas se faz necessário que sejam estabelecidas algumas ações de manejo. Estas ações têm finalidade de eliminar ou reduzir a presença desses patógenos nas áreas cultivadas. Os métodos são baseados em diferentes fontes de controles e na maioria dos casos o manejo é feita de forma integrada, ou seja, se utiliza mais de um método de forma conjunta a fim de que se obtenham resultados mais satisfatórios.

Este método lança mão da utilização de medidas preventivas e legislativas para evitar a entrada dos patógenos na área, para isso são seguidas normas e preceitos que evitam o estabelecimento dos microrganismos nos campos de produção.

### 5.3.1 Métodos fitossanitários

Este método lança mão da utilização de medidas preventivas e legislativas para evitar a entrada dos patógenos na área, para isso são seguidas normas e preceitos que evitam o estabelecimento dos microrganismos nos campos de produção.

**Prevenção:** a prevenção é a forma de evitar que o patógeno se instale e se dissemine no campo. É importante que o agricultor tome cuidados para impedir a disseminação. Utilizar as máquinas primeiramente em locais não infestados, e depois usar em locais infestados; lavagem das máquinas, implementos e equipamento após o uso são medidas que contribuem para evitar a disseminação.

**Quarentena:** várias normas, regulamentadas por órgãos do governo, controlam a comercialização de sementes e mudas no país. No entanto, para que a legislação seja cumprida, deve-se realizar a fiscalização e a inspeção de viveiros e áreas de produção de sementes.

**Material propagativo:** o material propagativo deve ser isento de patógenos. As mudas devem ser produzidas em locais livres de nematoides.

### 5.3.2 Métodos culturais

As ações pertencentes a esse método são baseadas nos conceitos de produção e como estes podem ser utilizados contra a propagação dos patógenos na área. São basicamente estratégias fitotécnicas que desfavorecem o patógeno fazendo com que estes não se estabeleçam na área.

**Rotação de culturas:** o plantio alternado de plantas hospedeiras e não hospedeiras na área infestada pode contribuir para a redução de nematoides, como os do gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus*.

**Destruição das plantas:** em algumas culturas anuais, como algodão, arroz e hortaliças as raízes continuam vivas após a colheita, e, dessa forma, permitem que os nematoides continuem se reproduzindo e mantendo o nível de infestação alto. Dessa maneira, deve-se retirar toda a planta após a colheita, e os restos culturais devem ser queimados.

**Inundação:** a inundação constitui prática que pode reduzir infestação de nematoides. Esta prática é feita em áreas planas e lençol freático alto. A decomposição da matéria orgânica libera substâncias tóxicas na água e pode matar os nematoides.

**Pousio:** esta prática consiste em manter o solo sem plantios. O solo é limpo e revolvido. Com isso, o nematoide é exposto ao sol, provocando sua morte.

**Matéria orgânica:** a matéria orgânica contribui para reduzir a população de nematoides na área. A matéria orgânica tem diversas vantagens, como:

- Melhora a estrutura do solo e aumenta a retenção de água no solo.
- Os produtos da decomposição da matéria orgânica são tóxicos aos nematoides.
- A matéria orgânica fornece substrato para a multiplicação de agente do controle biológico dos nematoides.

**Época de plantio:** é interessante fazer os plantios das culturas em épocas diferentes da época em que os nematoides se desenvolvem. Dessa forma, a cultura escapa da fase de maior suscetibilidade do patógeno (fase jovem). É importante frisar que este método não elimina os nematoides, mas retarda o desenvolvimento.

**Plantas antagonistas:** as plantas antagonistas são aquelas que afetam de forma negativa a população de nematoides. Diversas plantas podem ser utilizadas como antagonistas, como leguminosas e gramíneas. Estas plantas podem ser usadas em plantio intercalar, rotação de culturas ou adubo verde.

**Variedades resistentes:** este método é o mais adequado para ser utilizado no plantio das culturas, no entanto, é o mais demorado e de difícil obtenção. Programas de melhoramento demoram anos para lançar uma nova variedade.

### 5.3.3 Métodos físicos

São utilizadas técnicas de controle que utilizam medidas físicas como a temperatura para que haja uma esterilização do solo e de partes das plantas, a fim de eliminar os nematoides.

**Limpeza do tecido infectado:** a limpeza do material contribui para reduzir a população de nematoides, porém não elimina o patógeno. Este método tem sido utilizado com sucesso em bananeiras para o controle de *Radopholus similis* e *Helicotylenchus* spp.

**Tratamento térmico:** o tratamento térmico consiste em desinfestar o solo com calor úmido ou vapor d'água. Pode-se também mergulhar rizomas, bulbos, tubérculos e mudas, em água quente, 45 °C por 10 a 20 minutos.

**Solarização do solo:** consiste na preparação do solo e irrigação e posteriormente cobrir o solo com plástico fino e transparente, mantendo fechado por seis a oito semanas. A radiação solar ajuda a destruir os nematoides.

### 5.3.4 Métodos químicos

Alguns compostos químicos são capazes de combater os nematoides e este método consiste na administração de doses desses compostos para erradicação dos patógenos na aérea.

**Nematicidas fumigantes:** estes nematicidas são inibidores do sistema enzimático dos nematoides e, dessa forma, matam os nematoides. O brometo de metila é o mais efetivo fumigante de solo, porém sua comercialização foi paralisada em 2001, pois é um composto que destrói a camada de ozônio.

**Nematicida não fumigantes:** os nematicidas não fumigantes são inibidores da acetilcolinesterase, responsáveis pela transmissão de estímulos. Assim, os nematoides não se locomovem ou alimentam durante o seu efeito, que é de dois a três meses. Os nematoides morrem por inanição.

### 5.3.5 Métodos biológicos

Outras espécies de microrganismos como alguns fungos são predadores de nematoides, as estratégias de controle biológico se baseiam na utilização desses predadores naturais no controle efetivo dos nematoides.

O controle biológico de nematoides pode ocorrer de forma natural ou ser induzido.

Para que um microrganismo seja considerado um agente biológico eficiente ele deve ter algumas dessas características:

- Que não seja patogênico a plantas, humanos e animais.
- Reduzir a população de nematoides.
- Sobreviver a condições extremas no solo.
- Parasitar diversas espécies de nematoides.
- Disseminar com rapidez no solo.
- Ser de fácil produção e economicamente viável.
- Permanecer infectivo por longo período.
- Ser compatível com fertilizantes, defensivos e outras práticas culturais.

Os fungos, nematoides predadores, ácaros, protozoários e bactérias interagem com os nematoides no solo, podendo reduzir a intensidade de infestação. Os agentes de controle biológico mais efetivos para uso comercial são os fungos nematófagos e a bactéria *Pasteuria pentrans*.

## 6 VIROSES DE PLANTAS

Os vírus são partículas submicroscópicas. Os vírus de plantas são nucleoproteínas, composto de ácidos nucleicos, RNA ou DNA e proteína. O ácido nucleico é revestido por uma camada protetora (capsídeo), constituída de moléculas de proteínas, compactadas umas às outras.

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios, incapazes de se multiplicar fora de uma célula hospedeira. Os vírus utilizam os ribossomos e aminoácidos da célula hospedeira para sintetizar as proteínas de que precisam, além disso, utilizam os nucleotídeos e algumas enzimas do hospedeiro para síntese de novas cópias do ácido nucleico viral.

### 6.1 SINTOMATOLOGIA DAS VIROSES

Assim como as demais doenças causadas por microrganismos, as viroses, doenças causadas por vírus, possuem alguns sinais que facilitam a identificação deste tipo de patologia. É importante lembrar que a identificação do patógeno causador é a chave para o sucesso do tratamento, pois só assim é possível utilizar o método mais indicado para o combate das doenças.

**Coloração:** um dos efeitos mais visíveis da infecção é que diminui a concentração de metabolitos essenciais à planta, entre eles a clorofila, portanto, a coloração da folha se modifica, portanto, as cores mais comuns são: amarellecimento, bronzeamento, clorose das nervuras, clorose, mosaico, mosqueado, variação, mancha e lesão clorótica.

**Deformações:** pode ocorrer redução do crescimento (nanismo), bolhas (bolhosidades), canelura, enação, enrolamento, enrugamento, epinastia, espessamento e tumor.

**Sintomas de necrose:** pode ocorrer lesão local necrótica, necrose do floema, necrose apical, necrose de nervuras, riscas necróticas.

**Sintomas citológicos:** toda célula infectada por um vírus apresentar algum tipo de sintoma citológico. Os sintomas mais comuns são: cloroplastos anormais, inclusões citoplasmáticas cristalinas, inclusões nucleares cristalinas, inclusões tipo cata-vento no citoplasma, viroplasmas, efeitos no núcleo.

### 6.2 MOVIMENTO DOS VÍRUS NA PLANTA

As proteínas codificadas pelos vírus interagem com as proteínas do hospedeiro. Os vírus podem infectar a planta em três etapas: replicação viral na célula, movimento célula a célula (curta distância) e movimento sistêmico (longa distância).

- Entrada do vírus na célula hospedeira: os vírus penetram na célula via endocitose, mediada por receptores. As moléculas na superfície externa da membrana celular são reconhecidas por proteínas virais, desencadeando o processo de ligação da partícula viral à superfície da célula e a endocitose. No interior da célula, o ácido nucleico viral é exposto e inicia-se a replicação. As novas partículas virais são liberadas para o exterior da célula por exocitose ou lise celular. A transmissão pode ocorrer por meio de ferimentos ou insetos-vetor. Após a infecção o vírus pode infectar a planta sistematicamente, através de movimentos celulares e a longas distâncias, através dos plasmodesmas.
- O movimento sistêmico, a longas distâncias, via floema, ocorre a partir da entrada do vírus no elemento de tubo crivado, transporte via floema e saída do vírus via floema, de volta ao mesofilo.

## 6.3 TRANSMISSÃO DOS VÍRUS

A transmissão dos vírus pode ocorrer por diversos meios, como sementes e pólen, material propagativo, microrganismos e insetos.

**Sementes:** as sementes são importantes agentes de transmissão de vírus. Este modo de transmissão pode levar a disseminação dos vírus a grandes distâncias. Diversos fatores estão envolvidos na infecção das sementes, como a época de infecção, a concentração de vírus na planta, o estado nutricional e hormonal da planta hospedeira e as condições do ambiente.

**Material propagativo:** essa transmissão é importante para culturas como morango, alho, batata, fruteiras. Os vírus podem ser propagados facilmente por meio de material de propagação e mudas. Muitos vírus causam infecções latentes, com redução do crescimento das plantas, queda de produtividade e degenerescência clonal.

**Vetores:** vários grupos de microrganismos podem ser vetores de vírus em plantas. A maioria dos vírus são transmitidos por meio de vetores. Alguns microrganismos, como fungos, bactérias, nematoides e ácaros podem ser agentes de transmissão dos vírus. Os insetos são os agentes mais importantes, sendo besouros, pulgões, cigarrinhas, mosca-branca, tripes e cochonilhas, agem como os organismos vetores em diversas culturas de relevância comercial.



Sugerimos a leitura dos seguintes materiais:

ROMEIRO, R. **Bactérias fitopatogênicas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005, 417p.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2014, 564p.

ZERBINI JR., F. M.; CARVALHO, M. G.; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução à virologia vegetal**. Viçosa: UFV, 2002, 145p.

# RESUMO DO TÓPICO 2

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- Fitopatologia é a ciência que estuda as doenças de plantas.
- As doenças em plantas ocorrem devido à interação entre uma planta suscetível, um agente patógeno e o ambiente favorável. Além dos fatores citados, o fator tempo, as condições climáticas e o homem interagem no ciclo da doença.
- Os fungos fitopatogênicos são divididos em diversos grupos, como os oídios, míldios, manchas foliares, antracnoses, carvões e ferrugens.
  - Os oídios são fungos da classe Ascomycota. São parasitas obrigatórios. Os sinais são uma massa pulverulenta e branca na superfície adaxial da parte atacada. O controle é realizado utilizando-se de variedades resistentes e aplicação de fungicidas à base de enxofre.
  - Os míldios pertencem à classe Oomycetes.
  - As manchas foliares pertencem à classe Ascomycetes. Causam manchas, principalmente nas folhas. Variedades resistentes, aplicação de fungicidas, rotação de culturas, destruição dos restos culturais são algumas práticas de controle das manchas.
  - A antracnose causa danos de acordo com a parte atacada. O agente etiológico da antracnose é o fungo imperfeito *Colletotrichum*. O controle da antracnose se dá pelo uso de variedades resistentes, uso de sementes saudáveis e rotação de culturas. A ferrugem é uma doença causada por fungos da classe Teliomycetes. Esses fungos são parasitas obrigatórios.
  - Os carvões são fungos que atacam os órgãos florais e meristemas do hospedeiro. Formam teliosporos e são monocíclicos. As principais práticas de controle são: o uso de variedades resistentes, uso de material propagativo saudável, eliminação de plantas contaminadas e o pousio reduz a infestação do carvão.
  - A ferrugem é uma doença causada por fungos da classe Teliomycetes. Esses fungos são parasitas obrigatórios. Os sintomas iniciam-se com uma mancha amarelada na face inferior da folha, que posteriormente tornando-se alaranjadas. O controle ocorre com o uso de variedades resistentes e controle químico com fungicidas cúpricos
- As bactérias fitopatogênicas podem causar manchas em folhas, caules e frutos, cancos, murchas vasculares, podridões e morte de ponteiros.
- Os nematoides podem atacar raízes, bulbos, tubérculos, rizomas, órgãos aéreos, caules, folhas e semente.
- Os nematoides liberam toxinas prejudiciais às plantas.

- Os principais sintomas do ataque de nematoides são: nanismo da planta, necrose, manchas nas folhas, formação de galhas e rachaduras nas raízes.
- Um dos principais nematoides causadores de danos é o nematoide das galhas, *Meloidogyne spp.*, que ataca grande número de espécies de importância agrícola.
- Os vírus são parasitas obrigatórios, e causam danos à planta infectada. Os principais sintomas são o amarelecimento, deformações, clorose mosaico, manchas e lesões necróticas. Os vírus podem ser transmitidos via sementes, material propagativo e vetores.
- Diversos insetos são vetores de vírus, dentre eles besouros, pulgões, ácaros, tripes, cigarrinhas, moscas-brancas, cochonilhas e outros microrganismos.

## AUTOATIVIDADE



- 1 Quais são os principais fatores que afetam o desenvolvimento das doenças em plantas. Descreva cada fator.
- 2 Descreva o ciclo de vida do nematoide das galhas.
- 3 Quais são os métodos de controle de nematoides? Descreva três desses métodos.
- 4 Quais são as principais formas de transmissão dos vírus às plantas? Descreva-as.



## 1 INTRODUÇÃO

As espécies invasoras têm diversas denominações, como plantas invasoras, ervas daninhas ou plantas invasoras. O estudo das características dessas plantas é muito importante, pois as formas de controle devem ser desenvolvidas para o controle e eliminação destas a fim de que não se tenha diminuição da produção da cultura de interesse.

Essas denominações ocorrem, pois o homem considera essas plantas indesejáveis, e que podem trazer problemas nas lavouras. O conceito de plantas daninhas, muitas vezes, é atribuído apenas às espécies que não têm interesse econômico, entretanto não são apenas estas que trazem prejuízos às lavouras, portanto, toda e qualquer planta que se desenvolve onde não é desejada deve ser conceituada como planta daninha. Em uma lavoura de soja, por exemplo, se ocorre o desenvolvimento de uma planta de milho que pode ser remanescente de cultivos anteriores também é considerada como indesejada.

As plantas daninhas têm várias características que permitem classificá-las como: apresentam capacidade de crescer em condições adversas, como ambientes alagados ou desérticos, ambientes adversos e temperaturas extremas.

Essas plantas são rústicas, resistentes a pragas e doenças e têm habilidade de produzir grande número de sementes e podem se multiplicar de diversas formas, como tubérculos, estolões, rizomas e bulbos. Essa elevada capacidade de multiplicação muitas vezes faz com que o controle seja mais oneroso, por isso é sempre indicado que o ocorra um controle preventivo e quando as plantas já se encontram na área as estratégias de controle devem ser administradas o mais cedo possível.

## 2 CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS

A classificação das plantas daninhas ajuda na identificação e controle mais eficiente. As plantas daninhas também podem ser classificadas em plantas de folhas largas e folhas estreitas.

As folhas largas são aquelas plantas cujo limbo foliar é largo, com nervuras palminérvias, peltinérvia ou perinérvia, pertencentes à classe dicotiledôneas. As plantas de folhas estreitas são aquelas de nervação uninérvia e paralelinérvia.

São as monocotiledôneas e gramíneas e ciperáceas. As plantas daninhas podem ser classificadas em monocárpicas ou policárpicas, de acordo com o ciclo de desenvolvimento.

As monocárpicas florescem e frutificam encerrando seu ciclo de vida, permanecendo no solo na forma de propágulos. Estas podem ser anuais e bianuais.

- As anuais florescem e frutificam em períodos inferiores a um ano.
- As bianuais completam seu ciclo de vida entre um a dois anos. A parte vegetativa se desenvolve no primeiro ano, enquanto o florescimento e frutificação acontece no segundo ano.

As plantas policárpicas vivem durante vários anos produzindo propágulos. São plantas perenes.

Outra classificação das plantas daninhas é com relação ao hábito vegetativo. As plantas daninhas são classificadas em herbáceas, subarbusivas, arbustivas, arbóreas, trepadeiras, epífitas, hemiepífitas e parasitas.

- As herbáceas são plantas de pequeno porte, altura inferior a 1,0 m. São plantas com caules não lignificados. Ex.: mentrasto (*Ageratum conyzoides*).
- As subarbusivas podem chegar a 1,50 metros de altura, têm hábito ereto e caules lenhosos. Ex.: fedegoso (*Senna obtusifolia*).
- As arbustivas apresentam caule de hábito ereto, são lenhosas e porte variando de 1,50 e 2,50 m. Ex.: fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum*).
- As arbóreas podem chegar a 2,50 metros. As características dessas plantas são as mesmas das subarbusivas.
- As espécies trepadeiras utilizam outras plantas como suporte e podem se classificar em volúveis e cirríferas. As volúveis sobem por enrolamento. Ex.: corda-de-viola (*Ipomoea hederifolia*). As cirríferas prendem-se ao suporte por meio de gavinhas. Ex.: melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*).
- As plantas epífitas vivem sobre outras plantas. Ficam afastadas do solo, no entanto, não são parasitas. Ex.: bromélias, orquídeas e samambaias.
- As hemiepífitas são aquelas que utilizam outras plantas como suporte no início do crescimento, e posteriormente alcançam o solo. Ex.: mata-pau (*Caussopa schottii*).
- As plantas daninhas parasitas podem ser classificadas em holoparasitas e hemiparasitas. As holoparasitas são desprovidas de clorofila e dependem exclusivamente do hospedeiro para sobreviver. Ex.: cipó-chumbo (*Cuscuta racemosa*). As hemiparasitas são clorofiladas e capazes de realizar fotossíntese. Ex.: erva-de-passarinho (*Psittacanthus cordatus*).

As plantas daninhas aquáticas podem ser classificadas de acordo com o contato com o ar, a água e o solo.

- Hidrófitas flutuantes: contato entre a água e o ar. Ex.: alface d'água (*Pistia stratiotes*).

- Hidrófitas suspensas: o contato se dá apenas com a água, sem raízes.
- Hidrófitas submersas ancoradas: estas ficam em contato com a água e o solo.
- Hidrófitas anfíbias emergentes: a parte inferior do caule e as folhas ficam submersas. Ex.: taboa (*Thypha domingensis*).
- Hidrófitas de terra molhada: Sobrevivem em solos constantemente encharcados. Ex.: erva-de-bicho (*Polygonum persicaria*).

### 3 BIOLOGIA DAS PLANTAS DANINHAS

O principal problema das plantas daninhas é que elas podem competir por água, nutrientes, luz e espaço com as culturas principais. As espécies de plantas daninhas desenvolveram características que propiciam sobreviverem em ambientes sujeitos a diversas limitações. Dessa forma, o controle das plantas daninhas pode ser difícil e ineficiente em alguns casos. Entre essas características destacam-se: a habilidade competitiva, a capacidade de produção de propágulos, a desuniformidade do processo germinativo, a viabilidade dos propágulos em condições desfavoráveis, os mecanismos alternativos de reprodução, a facilidade de disseminação dos propágulos e o crescimento e o desenvolvimento inicial agressivo.

**Habilidade competitiva:** as plantas daninhas são mais agressivas que as plantas cultivadas na aquisição de nutrientes, luz, água e CO<sub>2</sub>. Com relação à luz, as plantas daninhas mostram desvantagem inicialmente, no entanto, elas têm grande capacidade de estiolamento quando sombreadas, o que contribui para desenvolverem mais rapidamente as plantas cultivadas e interceptar a luz. A água é um recurso limitante e as plantas daninhas competem com as plantas cultivadas, quase sempre tendo vantagens.

**Capacidade de produção de propágulos:** as plantas daninhas podem se propagar via seminífera, por meio de sementes ou por propagação vegetativa, através de estrutura como estolões, rizomas e bulbos.

**Desuniformidade do processo germinativo:** as plantas daninhas têm um sistema de germinação muito peculiar, o que lhes conferem grande capacidade de perpetuação da espécie. Entre os mecanismos de sobrevivência estão a dormência, que pode ocorrer pela sensibilidade à luz, a impermeabilidade à água, restrições às trocas gasosas e restrições mecânicas. A dormência é conceituada como um processo em que as sementes não germinam, mesmo que as condições ambientais sejam propícias.

As espécies que apresentam dormência exigem luz e frio para superar a dormência. As sementes que são afetadas pela luz são classificadas em fotoblásticas positivas, ou seja, a luz promove a germinação e as fotoblásticas negativas, em que a luz inibe a germinação. Em algumas espécies, o tegumento impede a absorção de água. O pericarpo e as paredes celulares também restringem as trocas gasosas.

**Viabilidade dos propágulos:** as plantas daninhas desenvolveram mecanismos que possibilitam manter viáveis seus propágulos, mesmo em condições ambientais adversas. Além disso, algumas espécies, como a tiririca, podem se reproduzir via seminífera e também através de rizomas, tubérculos e bulbos.

**Facilidade de disseminação dos propágulos:** a dispersão das estruturas de propagação das plantas daninhas pode ocorrer pela autocoria ou alocoria. Na autocoria os frutos caem no solo ou se abrem liberando as sementes. Ex.: capim-arroz e capim-vermelho. Na alocoria, a dispersão é auxiliada por agentes externos, e são classificados em: disseminação hidrócora, anemócora, zoócora e antropócora.

- Hidrócora: a água é o principal agente disseminador.
- Anemócora: neste caso, o vento é o principal agente disseminador. Ex.: falsa-serralha tem pelos que são facilmente dispersos pelo vento.
- Zoócora: os propágulos são disseminados por animais. Ex.: capim-carrapicho e grama-batatais.
- Antropócora: o homem é o principal disseminador. Ex.: capim-branchiaria.

**Crescimento e desenvolvimento:** algumas espécies de plantas daninhas apresentam metabolismo fotossintético C4 e, por isso, são mais eficientes na utilização de CO<sub>2</sub>, o que possibilita mais crescimento e desenvolvimento com menores quantidades de água e melhor aproveitamento da luz, em relação às plantas C3. Ex.: tiririca, grama-seda, capim-marmelada, caruru.

## 4 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS DANINHAS E CULTURAS

Como mostrado anteriormente, as plantas daninhas têm uma alta capacidade de se desenvolver em ambientes muitas vezes inóspitos para as plantas cultivadas, além de serem muito eficientes na sua propagação e desenvolvimento. Essas características conferem vantagens às plantas daninhas em áreas agrícolas que possuem condições de nutrição e manejo do solo ideais.

As vantagens fisiológicas das plantas invasoras geram interferências no desenvolvimento das culturas de interesse. Este tipo de interferência pode ser de forma direta, quando a planta daninha é o vetor de perturbação do sistema ou de forma indireta quando a presença de plantas daninhas atrai ou facilita a entrada de outros agentes de perturbação.

## 4.1 INTERFERÊNCIA DIRETA E INDIRETA

Vários aspectos estão envolvidos na interferência e nos prejuízos que as plantas daninhas podem causar às culturas. A competição e alelopatia são as interferências diretas e os problemas relacionados às pragas e doenças que podem sobreviver nas plantas daninhas são as interferências indiretas. A competição ocorre principalmente por recursos, como luz, nutrientes, água e espaço.

A alelopatia é outra forma de interferência que as plantas daninhas dispõem. A alelopatia é o efeito prejudicial de uma planta sobre outra por meio de compostos químicos liberados ao ambiente, os aleloquímicos. Como exemplo de prejuízos causados pela alelopatia pode-se citar os exsudados radiculares de *Sorghum bicolor*, que reduzem o crescimento da alface, devido à liberação de um composto chamado de quinina sorgoleona.

As plantas daninhas podem atuar como hospedeiras alternativas de pragas, microrganismos e plantas parasitas. Por exemplo, o mosaico dourado é uma doença que ocorre em espécies de guanxuma. A mosca-branca transmite o vírus para diversas culturas importantes, como feijão, soja e algodão.

## 4.2 AGENTES DE INTERFERÊNCIA

Diversos fatores afetam o grau de interferência das plantas daninhas, entre eles os fatores ligados à cultura, à comunidade infestante e ao ambiente.

- **Cultura:** as culturas de crescimento rápido, que podem absorver nutrientes e que têm alto poder de interceptação de luz solar, contribuem para dificultar a utilização desses recursos pelas plantas daninhas. O espaçamento entrelinhas da cultura é uma das principais formas de se evitar a emergência das plantas infestantes e a propagação dessas plantas.
- **Comunidade infestante:** quanto mais próximas as plantas daninhas estiverem das culturas maior será a infestação.
- **Ambiente:** o ambiente tem influência na presença das plantas daninhas no campo. Deve-se dar preferência a práticas que beneficiem a cultura, como a adubação próxima ao sulco de plantio, irrigações controladas, entre outras práticas que reduzem a infestação.

## 5 MÉTODOS DE CONTROLE

A planta infestante causa prejuízos no campo, e seu controle ocasiona gastos, que vão onerar o custo de produção da cultura. Por isso, é de grande importância a combinação de diversos métodos de controle. As medidas preventivas, o controle cultural, o controle manual e/ou mecânico e o controle químico são algumas das medidas que contribuem para a redução ou eliminação das plantas daninhas.

**Práticas preventivas:** a melhor forma de manter um campo de produção isento de planta daninha é por meio de ações que impeçam a introdução ou disseminação dessas plantas na área. Algumas medidas contribuem para manter a área livre de infestação, como uso de sementes de elevada pureza e vigor, limpeza dos equipamentos de preparo do solo e utilização de matéria orgânica de boa qualidade e isenta de propágulos da espécie infestante.

Devem-se evitar áreas infestadas com espécies de propagação vegetativa, como a tiririca. Se a área já estiver infestada, recomenda-se evitar o revolvimento do solo, com arados, grades ou escarificadores para evitar a disseminação. O plantio direto é uma prática recomendada para essas áreas.

**Controle cultural:** algumas práticas contribuem para minimizar os efeitos das plantas daninhas sobre a cultura. A escolha das espécies e variedades, época correta de plantio, o estande e a aplicação de fertilizantes na linha de plantio favorecem a cobertura do solo pela cultura e aumenta o volume de solo ocupado pela raiz, o que contribui para aumentar a competição da cultura com as plantas daninhas.

O adubo junto ao sulco de semeadura aumenta o potencial de competição da cultura. Além disso, uma adubação equilibrada contribui para evitar a competitividade da planta infestante.

As variedades com maior capacidade de expansão foliar têm vantagens sobre a planta daninha. A rotação de culturas contribui para a redução do número de plantas infestantes na área, pois quebra o ciclo reprodutivo e não permite que na área tenha condições para o desenvolvimento.

O sistema de plantio exerce grande influência à competição das culturas. O transplante de mudas contribui para evitar o desenvolvimento das espécies infestantes, pois as mudas já estarão com raízes e área foliar mais desenvolvidas.

**Controle mecânico ou manual** são métodos de controle de plantas daninhas onde são usados sulcadores, encanteiradores, cultivadores e capinas manuais com enxada e sachos. Em algumas ocasiões, o uso de cultivador mecanizado apresenta o inconveniente de não controlar as espécies daninhas nas fileiras e ainda pode danificar o sistema radicular. Além disso, pode expor o solo à erosão e à perda de umidade e, ao contrário estimular a germinação de outras espécies infestantes.

**Controle químico:** a utilização do controle químico é uma das opções mais econômicas e eficientes de controle de plantas daninhas. O controle químico é utilizado em grandes áreas de produção e com alta infestação, além de períodos chuvosos, quando outros métodos não são eficientes.

Deve-se atentar para o uso dos herbicidas. Estes devem ser manuseados por pessoas que tenham conhecimento do uso. Deve-se usar produtos registrados para a cultura, seguindo todas as regras e legislação pertinentes ao produto. Além de ser de primordial importância o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

## 6 HERBICIDAS

Os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar diversas populações de plantas, isso quer dizer que os herbicidas podem matar certas plantas. Os herbicidas podem ser classificados de acordo com o comportamento dos produtos ou as suas características. Os herbicidas podem ser classificados de acordo com sua seletividade, em herbicidas seletivos e não seletivos.

- Herbicidas seletivos: estes herbicidas matam as plantas daninhas sem prejudicar as espécies de interesse. Ex.: trifluralin, clethodim, fluazifop são seletivos para gramíneas. Bentazon, acifluofen e lactofen são seletivos para o controle de folhas largas.
- Herbicidas não seletivos: os herbicidas classificados nesta categoria são aqueles de amplo espectro de ação e são capazes de causar injúrias severas em todas as plantas. Os herbicidas glifosato e sulfosato são não seletivos registrados para dessecação de plantas daninhas em áreas de semeadura direta. Paraquat, Diquat e amônio-glifosinato são recomendadas para dessecação pré-colheita.

Os herbicidas também podem ser classificados de acordo com a translocação na planta e herbicidas com ação de contato e herbicidas de ação sistêmica.

- Herbicidas com ação de contato: estes herbicidas causam danos nos tecidos que têm contato direto. O efeito é rápido e agudo, podendo-se manifestar em poucas horas. Ex.: bentazon, lactofen e paraquat.
- Herbicidas de ação sistêmica: estes herbicidas se translocam pelo xilema e floema. O seu efeito é mais demorado. Alguns herbicidas, como o fluazifop e o fenoxaprop, precisam de apenas uma hora sem chuva para a absorção. Alguns fatores são importantes e interferem na absorção, como as condições de clima, umidade do solo e atividade metabólica das plantas.

Os herbicidas podem ser classificados quanto à época de aplicação, em herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado (PPI), herbicidas aplicados em pré-emergência (PRE) e herbicidas aplicados em pós-emergência (POS).

- Herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado (PPI): os herbicidas PPI são aqueles aplicados diretamente no solo e incorporados mecanicamente ou via irrigação. Estes herbicidas têm algumas características, como mecanismo de ação que requer contato entre o produto e a plântula antes da emergência;

baixa solubilidade em água; fotodegradação e volatilidade. Os herbicidas pertencentes a este grupo atuam sobre a divisão celular e são efetivos apenas nas fases iniciais de desenvolvimento da planta. Ex.: trifluralin.

- Herbicidas aplicados em pré-emergência (PRE): neste caso, a aplicação é realizada após a semeadura ou plantio e antes da emergência de plantas na área. O produto depende de água para o processo de ação. Estes herbicidas atuam sobre os processos de germinação de sementes e o crescimento radicular. Ex.: naponamide, diuron.
- Herbicidas aplicados em pós-emergência (POS): estes herbicidas são aplicados nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas. A cultura deve ser tolerante à aplicação do herbicida, pois a absorção será foliar. Ex.: sethoxydim, Bentazon, lactofen e ioxynil.

Diante de tudo o que foi abordado fica evidente a importância do controle de plantas daninhas em sistemas agrícolas. Vale ressaltar que o contexto técnico mais uma vez é de máxima importância no entendimento do tema, pois ações feitas de maneira errônea podem aumentar muito a população de plantas daninhas e o que prejudica a sanidade e o desenvolvimento das culturas de interesse, além de causar sérias perdas na produtividade e qualidade dos produtos agrícolas.

Os diferentes meios de controle de plantas daninhas devem ser utilizados da melhor forma para que se obtenha o sucesso da atividade agrícola. Sempre é recomendado o manejo integrado de plantas daninhas, pois as ações em conjunto geram melhores resultados e menores custos.



Sugerimos a leitura dos seguintes materiais:

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2014, 564p.  
OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária ed., 2001, 362p.

# RESUMO DO TÓPICO 3

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- As plantas invasoras são aquelas plantas que podem causar problemas nas lavouras.
- As plantas daninhas podem ser classificadas em plantas de folha larga ou plantas de folha estreitas. Podem também ser classificadas em herbáceas, subarborescentes, arbustivas, arbóreas, trepadeiras, epífitas, hemiepífitas e parasitas.
- As espécies invasoras podem competir por água, luz, nutriente e espaço.
- As plantas daninhas desenvolveram diversas características que possibilitam-lhes sobreviver em vários ambientes, dentre elas a habilidade competitiva, a capacidade de produção de propágulos, a desuniformidade no processo germinativo, a facilidade de disseminação dos propágulos e o desenvolvimento inicial agressivo.
- Vários fatores afetam o grau de interferência das plantas daninhas, entre eles as culturas de crescimento rápido. A comunidade infestante e o ambiente, como as práticas que beneficiem a cultura em detrimento das invasoras.
- Os métodos de controle são de grande importância para redução da infestação das plantas daninhas. As práticas preventivas, o controle cultural, o controle mecânico e o controle químico são práticas que devem ser realizadas conjuntamente, para que a planta invasora seja até mesmo eliminada da área.
- Herbicidas são substâncias químicas utilizadas para eliminar as plantas daninhas, que podem ser seletivos e não seletivos. Os herbicidas também podem ser classificados em herbicidas de contato e de ação sistêmica.
- Outra classificação dos herbicidas é com relação à aplicação. Eles são classificados em herbicidas aplicados em pré-plantio, herbicidas aplicados em pré-emergência, herbicidas aplicados em pós-emergência.

## AUTOATIVIDADE



- 1 Quais são as características das plantas daninhas que contribuem para sua sobrevivência em ambientes limitados?
- 2 Quais são os agentes que interferem no desenvolvimento das plantas daninhas? Explique cada um deles.
- 3 Quais são os métodos de controle das plantas daninhas. Descreva pelo menos dois.
- 4 Descreva os herbicidas aplicados PPI, PRE e os POS.



## MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

## 1 INTRODUÇÃO

A mão de obra no campo se encontra cada vez mais escassa, por isso a mecanização agrícola é uma alternativa que viabiliza a produção agrícola e garante a possibilidade de expansão das áreas agricultáveis, favorecendo a produção de alimentos para atender de forma eficiente ao mercado consumidor.

## 2 CLASSIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Fazem parte do maquinário agrícola os tratores e implementos, que desempenham inúmeras funções dentro das atividades agrônômicas e estão presentes em todo o processo de produção, ou seja, possuem importância desde o preparo do solo até a colheita dos produtos (SANTOS, 2012).

Para a sua classificação, convencionou-se subdividi-las conforme sua função dentro do cultivo agrícola, Santos filho et al. (2011) e Yamashira (2010) propõem a classificação em grupos que dividem as máquinas conforme o seu uso de forma cronológica na produção, como pode ser observado no quadro a seguir.

QUADRO 2 – MÁQUINAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA

| Grupos de máquinas agrícolas                                                                   | Máquinas agrícolas utilizadas                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1- Máquinas para preparo do solo<br><br>São utilizadas no preparo inicial e período dos solos. | Destocadores<br>Serras e lâminas<br>Escavadeiras e perfuradeiras<br>Arados<br>Grades<br>Subsoladores<br>Enxadas rotativas<br>Sulcadores, entre outros |
| 2- Máquinas para plantio e transplante                                                         | Semeadora<br>Plantadora<br>Transplantadora                                                                                                            |
| 3- Máquina para aplicação, carregamento e transporte de fertilizantes e corretivos.            | Adubadoras e carretas de transporte                                                                                                                   |

|                                                                |                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4- Máquinas para desbaste e poda                               | Cultivadores<br>Ceifadoras<br>Roçadoras                                                                       |
| 5- Máquinas aplicadoras de defensivos agrícolas                | Pulverizadores<br>Polvilhadoras<br>Microatomizadoras<br>Atomizadores<br>Fomigadores                           |
| 6- Máquinas para a colheita                                    | Colhedoras<br>Colheitadoras                                                                                   |
| 7- Máquinas para transporte e manuseio                         | Carretas<br>Caminhões                                                                                         |
| 8- Máquinas para processamento, beneficiamento e classificação | Secadoras<br>Classificadoras<br>Podadoras<br>Beneficiadoras<br><i>Filler bush</i> (beneficiadoras de madeira) |

FONTE: A autora

Outra classificação que deve ser conhecida é a das máquinas agrícolas motoras e tratoras, também conhecidas como tratores agrícolas. Os tratores agrícolas podem ser denominados de máquinas autopropelidas projetadas para tracionar, transportar e fornecer potência aos diferentes implementos agrícolas (SANTOS, 2012).

Geralmente, os tratores agrícolas possuem rodados do tipo esteira e pneus. Os tratores de pneus são classificados conforme o número de rodas e a tração existente nelas. Segundo Yamashita (2010) e Nogueira Filho e Hamann (2016), essa classificação pode ser feita da seguinte forma:

- Trator de duas rodas: possui duas rodas acopladas em um só eixo e duas rabiças utilizadas para direcionar a máquina.
- Trator de três rodas ou triciclos: esta máquina conta com duas rodas traseiras motrizes e uma roda dianteira.
- Trator 4 x 2 com tração simples: possui quatro rodas, duas traseiras e duas dianteiras, mas apenas as duas rodas traseiras possuem tração.
- Trator 4 x 2 com tração dianteira auxiliar (4 x 2 TDA): diferem dos tratores 4 x 2 simples, pois possuem tração auxiliar nas rodas dianteiras.
- Trator 4 x 4: possuem tração nas quatro rodas, que geralmente possuem dimensões iguais.

### 3 CONSTITUIÇÃO DOS TRATORES AGRÍCOLAS

Os tratores agrícolas são máquinas que tem o objetivo de aumentar a eficiência de trabalho no campo, diminuindo a necessidade de mão de obra e fazendo com que as atividades de cultivos se tornem mais dinâmicas e menos trabalhosas, podendo ser realizadas em um menor espaço de tempo, mas para isso as máquinas continuam em evolução constante (SANTOS FILHO et al., 2001).

O processo de desenvolvimento de máquinas para a agricultura se deu com base na necessidade da maior produção de alimentos e consequentemente gerar aumento das áreas. Antes do uso das máquinas agrícolas, a fonte de trabalho era baseada no trabalho humano e no uso de animais (VARELA, 2012).

Para alcançar os objetivos traçados, os tratores agrícolas são constituídos de diversas partes que desempenham funções específicas que precisam funcionar de forma concisa para que os processos consigam ser executados.

SENAR (2010) indica que os tratores agrícolas de rodado, os mais utilizados na agricultura, possuem os seguintes componentes: motor; rodados; tomada de potência (TDP); eixo dianteiro; barra de tração; painel de instrumentos de controle; comandos de operação e sistemas de transmissão, direção, freio, hidráulico e elétrico.

Para melhor entendimento segue a função desempenhada por cada um desses constituintes:

**Motor:** um dos constituintes mais complexos das máquinas agrícolas devido a sua grande importância funcional, este constituinte tem como principal função a transformação de energia potencial em energia mecânica, sendo a fonte de potência do trator. Essa fonte de potência é empregada nas atividades agrícolas por meio do sistema hidráulico, TDP e pela barra de tração (VARELLA, 2012).

**Rodados:** componentes responsáveis pela sustentação e direcionamento da máquina, podem possuir tração em duas ou mais rodas, característica que é utilizada para a classificação dos tratores de pneus (SANTOS FILHO et al., 2001).

**Tomada de potência:** também conhecida pela abreviação TDP, a tomada de potência consiste em um eixo estriado que transmite movimento rotativo para os implementos acoplados, em maioria, a TDP fica localizada na parte traseira do trator (VARELLA, 2012).

**Eixo dianteiro:** é importante na manutenção da estabilidade e sustentação do trator, pois mantém os quatro pontos de apoio da máquina no solo, além de suportar o sistema de direção (PADOVAN; ANJOS; LORENSETTI NETTO 2010).

**Barra de tração:** é um componente geralmente encontrado na parte posterior da máquina, comumente utilizado para acoplamento de implementos de arraste, como carroças ou implementos que necessitam ser rebocados. A barra de tração pode ser reta, de degrau e degrau com cabeçote, as duas últimas possibilitam um melhor encaixe e uma maior regulagem (NOGUEIRA FILHO; HAMANN, 2016).

**Painel de instrumentos:** componente de extrema importância para o condutor de máquinas agrícolas, pois é nele que se encontram diversos indicadores da máquina. Segundo Monteiro e Albeiro (2012), os painéis podem assumir diversos arranjos, a depender da máquina, porém em todos pode-se encontrar as luzes de indicação, botões e teclas citadas a seguir:

- Contador de horas trabalhadas ou horímetro.
- Termômetro de água do sistema de arrefecimento.
- Conta giros do motor ou tacômetro.
- Indicador de pressão de óleo de lubrificação do motor.
- Luz de alerta da bateria.
- Luz de pressão do óleo de transmissão.
- Chave de partida.
- Comandos de operação: engloba os componentes utilizados para a condução da máquina e acomodação do condutor, tais como o volante, pedal de embreagem e de freios, alavancas de câmbio e assento de acomodação do condutor.

Além dos componentes anteriormente citados, as máquinas agrícolas possuem alguns sistemas que em maioria englobam mais de uma peça. Esses sistemas são caracterizados pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR (2010) da seguinte maneira:

- Sistema de transmissão: esse sistema é responsável pela transferência de energia do motor para as rodas e a TDP, tendo como componentes básicos a caixa de câmbio, embreagem diferencial e redutores.
- Sistema de direção: responsável pela direção das máquinas e pelo direcionamento das atividades realizadas por meio de manobras, permitindo traçar rodas de execução e locomoção, o acionamento deste sistema é feito de forma mecânica ou hidráulica.
- Sistema de freio: possui a função de redução de velocidade do trator através dos freios até que se encontre parada. Os sistemas de freios são encontrados nas rodas que possuem tração. Em uma máquina 4x2, por exemplo, o sistema de freio é encontrado nas rodas dianteiras, ao passo que em máquinas 4x4 esse sistema pode ser observado nas quatro rodas.
- Sistema hidráulico: esse sistema transmite a força advinda da pressurização de líquidos, ou seja, a partir do acionamento dos pistões ou motores hidráulicos gera-se uma potência que é transmitida para os fluidos do sistema, geralmente óleo, essa potência, quando chega aos cilindros hidráulicos, aciona as barras de elevação hidráulica.
- Sistema elétrico: este sistema compreende as funções de acionamento do motor de partida e os meios de iluminação e sinalização das máquinas agrícolas.

## 4 CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

O motor é considerado um dos elementos mais importantes dos tratores, pois desempenha a função de transformação da energia proveniente dos combustíveis em energia mecânica por meio de rotação (SENAR, 2010).

Os motores de combustão interna podem ter como combustíveis o diesel e a gasolina, porém, em maioria os tratores agrícolas usam o óleo diesel como combustível. Além do combustível se faz necessária a presença de ar e calor para que o processo de combustão ocorra (NOGUEIRA FILHO; HAMANN, 2016).

Em relação aos componentes do motor, eles podem ser divididos em componentes fixos e móveis. Os componentes fixos são cabeçote, bloco e cárter, enquanto os móveis são o pistão, biela, virabrequim, balancins, eixo de comando de válvulas, truchos e volante do virabrequim (PADOVAN; ANJOS; LORENSETTI NETTO, 2010).

Os motores de combustão a diesel também recebem a denominação de motor de quatro tempos esta denominação se baseia nas quatro fases realizadas pelo pistão durante o seu funcionamento. Nogueira Filho e Hamann (2016, p. ) conceituam essas fases da seguinte maneira:

- 1- Admissão do ar: esta é a fase inicial do funcionamento dos motores de combustão, nela o pistão encontra-se no ponto morto superior com o máximo de deslocamento, neste instante a válvula de admissão inicia a sua abertura, posteriormente, o pistão se desloca para o ponto morto inferior possibilitando assim a entrada de ar no sistema.
- 2- Compressão: nesse segundo estágio a válvula se fecha e o pistão volta ao ponto morto superior, comprimindo assim o ar admitido, fazendo com que aumente a pressão e a temperatura no interior do cilindro.
- 3- Expansão: no terceiro estágio, o bico injetor pulveriza diesel no interior do cilindro, o combustível, quando entra em contato com o ar quente sob compressão, se inflama. Em seguida o pistão volta ao ponto morto inferior.
- 4- Descarga: no quarto e último estágio, a válvula de escape se abre e o pistão volta ao ponto morto superior, proporcionando a saída dos gases produzidos do cilindro. Ao fim desse processo o ciclo recomeça.

## 5 APROVEITAMENTO DE POTÊNCIA DOS TRATORES

Os motores dos tratores agrícolas produzem potência mecânica ou de rotação através da transformação de energia que é retirada dos combustíveis.

Essa potência pode ser utilizada pelas máquinas e implementos agrícolas para a realização dos trabalhos, ela é disponibilizada em alguns pontos ou

componentes dos tratores agrícolas em que esses implementos são acoplados. Os pontos de disponibilidade de potência são conhecidos como: barra de tração, tomada de potência e sistema hidráulico de três pontos (SANTOS, 2012).

A barra de tração é comumente encontrada na parte traseira dos tratores agrícolas, ficando localizada abaixo da tomada de potência, esse ponto geralmente é utilizado para tracionar implementos que necessitam de arraste, como alguns usados no preparo inicial do solo (arados, grades etc.) ou em implementos de transporte, como carroças (VARELA, 2012).

A tomada de potência ou TDP é um eixo onde é disponibilizada potência na forma de rotação. Nesse ponto são acoplados os implementos que necessitam de rotação para o seu funcionamento, como as roçadeiras, adubadoras, plantadoras, enxadas rotativas etc. para o funcionamento do implemento acoplado à TDP possui padrões de rotação e número de estrias. Esses padrões são estabelecidos pelo fabricante de cada máquina (SENAR, 2010).

O sistema hidráulico de três pontos, também conhecido como engate de três pontos, é denominado assim por possuir três pontos de acoplamento. Geralmente, esse ponto é utilizado para a tração e levantamento dos implementos acoplados. Este sistema é composto por duas barras de elevação, a direita e a esquerda, e pela viga de controle (viga C), lugar onde se faz o acoplamento do braço superior de engate (NOGUEIRA FILHO; HAMANN, 2016).

## 6 MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Assim como todas as máquinas, os tratores agrícolas demandam cuidados para que seja prolongada a sua vida útil e garanta o seu bom desempenho nas atividades demandadas. Os cuidados preventivos ou manutenções têm importância também na segurança do operador de máquinas e implementos, além de ser uma importante fonte de economia, pois diminui substancialmente a necessidade de troca de peças.

Monteiro e Albeiro (2012) indicam que se deve possuir na propriedade peças mais simples e que demandam troca com mais constância, como fusíveis, lâmpadas e filtros, esses componentes devem ser armazenados de forma correta, a fim de preservar a integridade do equipamento até que este seja utilizado. Segundos os autores, também devem ser feitas manutenções para o bom funcionamento das máquinas agrícolas, para fim de análise, classificamos em manutenções quando o trator estiver em pleno uso e quando estiver inativo.

### **Manutenção de Conservação de Máquinas**

- a. **Limpeza de filtros de ar:** as máquinas agrícolas possuem dois filtros de ar para o motor: o primário e o de segurança. A limpeza do filtro primário é feita por compressores de ar que possuem 70 lbs de pressão máxima, esta

limpeza é ditada pelo indicador de restrição, quando este indicar o máximo de uso, deve-se fazer a limpeza, contudo, ela deve ser feita apenas cinco vezes, posteriormente, o filtro primário deve ser trocado. O filtro de segurança não pode ser limpo, devendo ser trocado a cada mil horas de trabalho efetivo da máquina.

- b. **Limpeza dos filtros de combustível:** antes que se dê a partida da máquina para que se inicie o trabalho deve ser feita a drenagem de água e de possíveis contaminações do pré-filtro e filtro de combustível, pois a presença de água e impurezas podem interferir no desempenho da máquina e causar prejuízos aos componentes do motor.
- c. **Manutenção do radiador:** as manutenções do radiador são importantes para o bom funcionamento do sistema de arrefecimento, evitando assim o superaquecimento da máquina.
  - Os principais cuidados baseiam-se na limpeza externa do radiador, para que se mantenha sem impurezas.
  - Verificação do nível de água, mantendo-o em um nível confortável.
  - Controle da válvula termostática.
  - Manutenção das condições físicas da tampa do radiador, quando perder sua integridade deve ser realizada a troca.
- d. **Calibragem dos pneus:** a calibração correta dos rodados deve ser feita para que as máquinas não percam desempenho, uma máquina com pneus muito cheios tende a ter maior patinação e perda de tração, que podem causar acidentes e redução na eficiência de trabalho, entretanto, com baixa calibração, as rodas diminuem sua vida útil, por isso devem ser seguidas as instruções ideais de calibração. Geralmente, encontram-se tabelas com o modelo dos pneus e a calibração necessária.

### Manutenções de Conservação de Máquinas em Períodos Inativos

Para garantir que as máquinas agrícolas não percam a sua eficiência por estarem sem uso efetivo devem ser tomados os seguintes cuidados.

- a. **Limpeza geral do trator:** deve-se focar na retirada de resíduos que possam oxidar elementos das máquinas. Essa limpeza precisa ser rigorosa e deve ser feita antes da acomodação do trator.
- b. **Acomodação:** é sempre indicado que tratores e implementos sejam acomodados em lugares cobertos, secos e arejados, a fim de evitar a danificação da máquina pelos agentes naturais, aumentando assim a sua vida útil.
- c. **Calibragem dos pneus:** é indicada a redução da calibragem dos pneus e a retirada de água de dentro deles, indica-se também que estes sejam apoiados em calços sólidos para ajudar a sua sustentação durante o período de desuso.
- d. **Fechamento do tubo de escape de ar:** deve ser feita a vedação desse tubo a fim de evitar que animais o habitem para que não sejam causados danos a sua integridade.
- e. **Abastecimento:** convencionou-se manter o tanque de combustível cheio para que não haja condensação de água e posterior oxidação dos elementos.

Os conceitos teóricos e as aplicações práticas da mecanização devem fazer parte do dia a dia daqueles que tem ligação direta com o campo, para que seja possível a utilização deste recurso de forma efetiva. Diante das inúmeras utilizações de máquinas e implementos agrícolas é necessário o conhecimento para operação, manutenção e conservação das máquinas a fim de que se torne possível à maximização do trabalho e a redução de gastos da propriedade.

# RESUMO DO TÓPICO 4

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- Os tratores e implementos fazem parte do maquinário agrícola e estes desempenham diversas funções nas fazendas, do preparo de solo até a colheita.
- Os tratores agrícolas são máquinas que aumentam a eficiência de trabalho no campo, reduzindo a mão de obra no campo e contribuindo para que as atividades sejam menos morosas e realizadas em menor espaço de tempo.
- As máquinas agrícolas podem ser classificadas de acordo com seu uso, em máquinas para preparo do solo, máquinas para transplante, maquinário para aplicação, carregamento e transporte de fertilizantes e corretivos, máquinas para desbaste e poda, aplicadoras de defensivos agrícolas, colhedoras, máquinas para transporte e manuseio e máquinas para processamento, beneficiamento e classificação.
- Os tratores agrícolas de rodado são os mais utilizados na agricultura e possuem os seguintes componentes: motor; rodados; tomada de potência (TDP); eixo dianteiro; barra de tração; painel de instrumentos de controle; comandos de operação e sistemas de transmissão, direção, freio hidráulico e elétrico.
- O motor é um dos elementos mais importantes dos tratores, pois desempenha a função de transformação da energia proveniente dos combustíveis em energia mecânica.
- Os componentes do motor são os componentes fixos e móveis. Os componentes fixos são cabeçote, bloco e cárter. E os móveis são o pistão, biela, virabrequim, balancins, eixo de comando de válvulas, truchos e volante do virabrequim.
- Os motores de combustão a diesel são chamados de motor de quatro tempos, pois o pistão realiza quatro fases durante o seu funcionamento, estas são: admissão do ar, compressão, expansão e descarga.
- A potência mecânica das máquinas pode ser utilizada pelas máquinas e implementos agrícolas para a realização dos trabalhos, a mesma é disponibilizada em alguns pontos ou componentes dos tratores agrícolas onde estes implementos são acoplados. Os pontos de disponibilidade de potência são conhecidos como: barra de tração, tomada de potência e sistema hidráulico de três pontos.
- Deve-se ter cuidados com os tratores agrícolas, para que prolongue a sua vida útil e garanta o seu bom desempenho nas atividades demandadas.

- Os cuidados preventivos ou manutenções são importantes também para a segurança do operador de máquinas e implementos, além de serem uma importante fonte de economia, pois reduzem a necessidade de troca de peças.
- Os principais componentes que devem ter manutenção periódica são os filtros de ar, os filtros dos combustíveis e a calibragem dos pneus.
- Em alguns componentes deve-se fazer a manutenção quando as máquinas estiverem inativas, como a limpeza geral do trato, acomodações, fechamento de tubos de escape de ar e abastecimento.

## AUTOATIVIDADE



- 1 Cite o maquinário utilizado nas atividades agrícolas e descreva a função de cada máquina ou implemento.
- 2 Descreva os constituintes dos tratores agrícolas e suas funções.





## ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E GRÃOS

## 1 INTRODUÇÃO

O armazenamento de sementes e grãos é etapa imprescindível para garantir produtos de qualidade para a próxima safra. Esta etapa não melhora a qualidade, no entanto, mantém a qualidade. Vários fatores interferem na qualidade dos grãos, entre eles: as características varietais e a espécie, as condições ambientais no campo, a época e métodos de colheita e a secagem e as condições de armazenamento.

As sementes podem ser classificadas em sementes ortodoxas ou sementes recalcitrantes:

- Semente ortodoxas: as sementes ortodoxas são aquelas que alcançam sua maturidade na planta mãe. Essas sementes têm baixo conteúdo de água. Dessa forma, as sementes ortodoxas podem ser armazenadas por longo período em baixa temperatura.
- Sementes recalcitrantes: as sementes recalcitrantes perdem rapidamente a viabilidade. São colhidas com altos teores de água e altamente suscetíveis a danos pela secagem e pelo resfriamento a temperaturas muito baixas.

## 2 CONDIÇÕES DO AMBIENTE PARA O ARMAZENAMENTO

Para que as sementes e grãos não percam suas características físicas e biológicas e mantenham a sua qualidade, o armazenamento destes produtos deve ser feito seguindo procedimentos e normas que garantam a sua integridade.

É de suma importância que as condições que possam vir a favorecer danos às sementes em grãos sejam evitadas, para isso alguns fatores devem ser levados em conta na escolha do local de armazenamento e alguns procedimentos necessitam ser realizados.

A seguir estudaremos detalhadamente cada um desses fatores que precisam ser levados em conta no armazenamento de sementes e grãos.

## 2.1 UMIDADE

A umidade é um dos fatores que mais influenciam no armazenamento. A umidade da semente é função da umidade relativa e da temperatura. Para a maioria das espécies, as sementes mais secas terão maior tempo de conservação. Quanto menor o teor de umidade das sementes, menor sua atividade fisiológica e menor a atividade dos agentes deterioradores.

## 2.2 TEMPERATURA

Para a maioria das espécies a baixa temperatura conserva melhor as sementes. Entretanto, algumas condições de armazenamento são utilizadas atualmente, como armazenamento de sementes florestais.

**Armazenamento seco com baixa temperatura:** a umidade relativa do ar deve ser de 45%. É adequado para armazenar sementes ortodoxas. A temperatura de armazenamento para sementes ortodoxas temperadas é de 3 a 5 °C, e para espécies ortodoxas tropicais entre 10 e 20 °C.

**Armazenamento úmido com baixa temperatura:** ambiente adequado para armazenar sementes recalcitrantes que precisam de ambiente úmido. Utilizam-se câmaras frigoríficas ou refrigeradores. Para as sementes recalcitrantes temperadas a temperatura ideal é de -3 a 5 °C e para as sementes recalcitrantes tropicais é entre 7 e 17 °C. A umidade relativa deve estar entre 98 e 99%. Além disso, as sementes recalcitrantes necessitam de aeração. Exemplo: *Araucaria angustifolia* (SCHUMACER; HOPPE; FARIAS, 2002).

**Armazenamento à temperatura e umidade ambiente:** sementes de tegumento duro podem ser armazenados à temperatura ambiente, no entanto, precisam de embalagens semipermeáveis ou impermeáveis. Exemplos: Guapuruvu, Bracatinga, entre outras espécies (SCHUMACER; HOPPE; FARIAS, 2002).

**Criopreservação:** método utilizado para conservação de germoplasma a longo prazo. O armazenamento é realizado a temperaturas baixas, entre -80 e -196 °C, com nitrogênio líquido. Exemplos: *Pinus*, *Cassia ferrugínea*, *Tabebuia umbellata*.

## 2.3 AÇÃO DE FUNGOS DE ARMAZENAMENTO

Os principais fungos de armazenamento são do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*. Estes microrganismos aceleram a taxa de deterioração das sementes. Vale lembrar que a ação desses fungos ocorre se tiver condições de umidade e temperatura, portanto, é um grande problema para o armazenamento de sementes recalcitrantes, que devem ser conservadas em ambientes com alto teor de água.

## 2.4 AÇÃO DOS INSETOS NO ARMAZENAMENTO

Os principais insetos que atacam as sementes armazenadas são da ordem *Coleoptera* e *Lepidoptera*. Os insetos que atacam as sementes armazenadas podem ser classificados em primários e secundários. Os primários podem romper o tegumento e atacar a semente inteira. Exemplos: gorgulhos, carunchos, traças, besourinhos. Os secundários se alimentam somente das sementes já danificadas ou atacadas pelos insetos primários. Exemplos: *Tribolium confusum*.

Temperaturas de 23 a 35 °C e umidade das sementes de 12 a 15% favorecem o desenvolvimento dos insetos. Teores de água abaixo de 9% paralisam a atividade dos insetos.

## 3 FATORES QUE AFETAM A CONSERVAÇÃO

O armazenamento não melhora a qualidade das sementes, no entanto, algumas condições ambientais e a qualidade da semente contribuem para a conservação delas.

### 3.1 QUALIDADE DA SEMENTE OU GRÃO

A qualidade inicial da semente ou do grão é afetada por vários fatores, entre eles o vigor dos pais, as condições climáticas durante a maturação das sementes, o grau de maturação no momento da colheita, o ataque de pragas e doenças, injúrias mecânicas e os processos de secagem.

#### 3.1.1 Vigor dos pais

Esta característica é muito importante, pois inicia-se na escolha de plantas vigorosas, que darão origem a sementes que ofereceram maior potencial de armazenamento em relação às sementes pouco vigorosas. O vigor também está relacionado à nutrição e à sanidade das plantas.

#### **Condições climáticas durante a maturação das sementes**

As condições climáticas no campo podem afetar o armazenamento das sementes. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), as condições de clima na fase II da maturação podem afetar a qualidade das sementes. Nesta fase, as sementes acumulam matéria seca, assim, as sementes necessitam de água em quantidade adequada. Se ocorrer um déficit hídrico, o processo de deposição de matéria seca não vai ocorrer, tornando essas sementes menos vigorosas e com

menor potencial de armazenamento. As fases III e IV são igualmente importantes para conservar o potencial das sementes, pois nessa fase as sementes perdem água e entram em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Esses problemas de secagem e umedecimento causam o enrugamento e ruptura do tegumento das sementes, o que reduz o potencial de armazenamento das sementes.

### **Ataque de pragas e doenças**

As pragas e doenças podem atacar as sementes no campo, o que ocasiona a perda do vigor e compromete a viabilidade, além disso, essas injúrias podem reduzir o potencial de armazenamento das sementes. Os insetos podem causar perdas de peso, perdas da pureza física e qualidade fisiológica das sementes. Além disso, o aumento da atividade respiratória dos insetos contribui para o desenvolvimento de microrganismos e a deterioração das sementes.

### **Injúria mecânica**

As sementes estão sujeitas a diferentes tipos de impactos, desde a colheita até o armazenamento. Os impactos durante a colheita e a secagem podem causar rachaduras na casca e amassar as sementes, o que facilita a deterioração e a entrada de microrganismos.

## **4 CARACTERÍSTICAS DO ARMAZÉM**

A temperatura influencia na manutenção dos processos biológicos, químicos e físicos, que podem causar perda da qualidade da semente ou do grão. A temperatura contribui no prolongamento do período de armazenamento, mesmo com grãos com umidade elevada.

## **5 EMBALAGENS**

As embalagens para conservação e armazenamento das sementes devem ser escolhidas de acordo com o grau de permeabilidade ao vapor d'água e as condições climáticas do armazém, além do comportamento das sementes quando armazenadas.

As embalagens podem ser classificadas em três tipos: porosas, semiporosas ou semipermeáveis e impermeáveis.

- a. **Porosas:** são embalagens totalmente permeáveis ao vapor d'água, o que permite a livre troca de ar e água entre a semente e o ambiente. Exemplos: embalagens de pano: algodão, juta. Embalagens de polipropileno trançado, embalagens de papel e de papelão.

- b. **Semiporosas ou semipermeáveis:** são embalagens que permitem trocas de vapor de água entre a semente e o ambiente. Exemplos: Laminas de papel, polietileno e poliéster.
- c. **Impermeáveis:** são embalagens à prova de umidade. Nestas embalagens não ocorre troca de vapor de água com o meio. Exemplos: Metal (latas), plástico, vidro, alumínio.

As técnicas de armazenamento são tão importantes quanto as técnicas de cultivo, pois de nada adianta a produção de produtos de elevada qualidade se este pode ser perdido por erros no armazenamento.

Como a produção agrícola é cíclica e necessita de sementes para iniciar um novo ano agrícola é muito importante que as técnicas de armazenamento sejam seguidas, garantindo assim a manutenção do vigor e do poder de germinação das sementes que serão utilizadas em novos cultivos.

O armazenamento de grãos também tem grande importância, pois garante ao produtor o oferecimento dos seus produtos em diferentes épocas do ano o que pode lhe gerar melhores preços nas épocas de menor oferta dos produtos.

Por todo que já foi visto aqui é mais que notável que o sistema produtivo demanda atenção em todas as suas áreas para que este seja realmente rentável, por isso todos os processos devem ser previamente estabelecidos sempre deixando margem para eventuais imprevistos.



Sugerimos a leitura do seguinte material:

NAKAGAWA, J.; MOREIRA, N. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 5. ed. CIDADE: Funep. 2012.

# RESUMO DO TÓPICO 5

**Neste tópico, você aprendeu que:**

- O armazenamento de sementes e grãos é etapa imprescindível para garantir produtos de qualidade para a próxima safra. Esta etapa não melhora a qualidade, no entanto, a mantém.
- Vários fatores interferem na qualidade dos grãos, entre eles: as características varietais e a espécie, as condições ambientais no campo, a época e métodos de colheita e a secagem e as condições de armazenamento.
- As sementes podem ser classificadas em sementes ortodoxas ou sementes recalcitrantes.
- As sementes ortodoxas são aquelas que alcançam sua maturidade na planta mãe. Essas sementes têm baixo conteúdo de água. Dessa forma, as sementes ortodoxas podem ser armazenadas por longo período em baixa temperatura.
- As sementes recalcitrantes perdem rapidamente a viabilidade. Estas são colhidas com altos teores de água e são altamente suscetíveis a danos pela secagem e pelo resfriamento a temperaturas muito baixas.
- As condições para armazenamento são: a umidade e a temperatura.
- Os principais fungos de armazenamento são do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*. Estes microrganismos aceleram a taxa de deterioração das sementes.
- Os fatores que afetam a conservação das sementes são a qualidade inicial da semente, o vigor dos pais, as condições climáticas durante a maturação, o ataque de pragas e as injúrias mecânica.
- As embalagens podem ser classificadas em porosas, impermeáveis, semiporosas e semipermeáveis.

## AUTOATIVIDADE



- 1 Quais são as principais variáveis envolvidas no armazenamento das sementes e grãos? Descreva como essas variáveis atuam no armazenamento.
- 2 Quais são os fatores que afetam a conservação das sementes armazenadas?



# REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. P.; SOUSA, R. N. L.; BARROS, L. C. S. Receituário agrônomo - prescrição técnica de agrotóxicos. João Pessoa: CREA-PB, 2015.

ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Temperatura do ar e do solo**. ESALQ/USP, 2012. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/lce306/Aula6\\_2012.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/lce306/Aula6_2012.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2018.

ANTOS FILHO, A. G.; SANTOS, J. E. G. G. Apostila de máquinas agrícolas. 2001. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. 2017.

ARAÚJO, H. S.; FIRETTI, R.; RÓS, A. B.; NARITA, N. Os principais sistemas de comercialização de hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, vol. 8, n. 2, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/1041-os-principais-sistemas-de-comercializacao-de-hortalicas/file.html>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: Barros, N. F.; Novais, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. cap. 4. p.127-86.

BATTISTI, R. **Agrometeorologia**: seis exemplos de aplicações práticas no planejamento agrícola, 2017. Disponível em: <<http://www.blogagrobasf.com.br/noticia?id=465>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

BERTI FILHO, E.; MARICONI, F. A. M.; WILCKEN, C. F.; DIETRICH, C. R. R. C.; COSTA, W. A.; CHAVES, L. E. L.; CERIGNONI, J. A. **Manual de pragas em florestas**: cupins ou termitas. Piracicaba: IPEF/SIF, 1993.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014.

BEZERRA, V. S. **Pós-colheita de frutos**. Macapá: Embrapa, 2003.

BUSTAMANTE, P.M.A.C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: Vantagens e Desafios. 2009. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd\\_artigo\\_ren=1120](https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1120)>. Acesso em: 15 de nov. 2017.

CARVALHO L. G.; RIOS G. F. A.; MIRANDA W. L.; NETO P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 456-465, jul./set. 2011.

CARVALHO, C. **Anuário brasileiro da fruticultura 2017**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2017.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Evaporação e transpiração**. 2008. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap6-ET.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Precipitação**. 2008. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap4-PPT.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. **Semente: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

CAZANE, A. L.; MACHADO, J. G. C. F.; SAMPAIO, F. F. Análise das feiras livres como alternativa de distribuição de frutas, legumes e verduras (FLV). **Informe GEPEC**, Toledo, v. 18, n. 1, p. 119-137, jan./jun. 2014. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/viewFile/7355/7453>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

CENCI S. A.; SOARES, A. G.; FREIRE JÚNIOR, M. **Manual de perdas pós-colheita em frutos e hortaliças**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA, 1997. 28 p.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: Nascimento Neto, F. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 67-80.

CLEMENTE, F. M. V. T.; MENDONÇA, J. L.; ALVARENGA, M. A. **Tomate: tratos culturais**. 2013. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5eo01xezlshcwkfx5.html>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

CIIAGRO Centro integrado de informações agrometeorológicas (s.d.). Monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <[http://www.ciiagro.sp.gov.br/def\\_2.html](http://www.ciiagro.sp.gov.br/def_2.html)>. Acesso em: 9 nov. 2017.

COGO, Carlos. **Perfil setorial e tendências dos mercados de hortícolas e frutas no RS, no Brasil e no mundo**. Caxias do Sul: Horti Serra Gaúcha, 2015.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; SANTI, A.; FOCHESSATO, E. Potencial de aplicação da agrometeorologia em agricultura de precisão para produção de grãos. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.;

DECININO, R. **Fruticultura no Brasil**: importância econômica para o país. 2007. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/fruticultura-no-brasil-importancia-economica-para-o-pais.htm>>. Acesso em: 10 de nov. 2017.

EBC. **Maioria da população não consome porção de frutas e hortaliças sugerida pela OMS**. 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-04/pesquisa-241-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-recomendadas>>. Acesso em: 12 de nov. 2017.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989.

FERREIRA, V. M. **Irrigação e drenagem**. Florianópolis: EDUFPI, 2011.

FERREIRA, V. R. **Flores e plantas ornamentais do Brasil**. 1. ed. Brasília: SEBRAE, 2015.

FILHO, O. A. L. **Patologia de sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFP, 2003.

FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **Glossário de ciências do solo**. Viçosa: UFV, 1992.

FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. **Cupins**: O desafio do conhecimento. Piracicaba: FEALQ, 1998.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (FAO). International code of conduct on the distribution and use of pesticides, Rome, 2005.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas**: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Planaltina, DF: EMBRAPA, 2010, 56 p. (EMBRAPA Cerrados. Documentos, 283).

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Editora UFV. 2014.

FRIZZONE, J. A. **Os métodos de irrigação**. 2017. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB\\_1571/TEXTO\\_COMPLEMENTAR\\_1\\_-\\_METODOS\\_DE\\_IRRIGACAO.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2018.

FRANCHINI, J. C. MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. **Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 34, n. 12, p.2267-2276, 1999.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Implantação de pomares**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico. 2014. 126p.

GABO, J. P. A.; **Temperatura do ar e do solo**. USP, 2014. 85 slides.

GAMA, J. R. N. F. **Solos**: manejo e interpretação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

GIRARDI, C. L.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; BENDER, R. J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na Produção Integrada de Maçãs. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 23 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 31).

IBGE. PAM 2016: **Valor da produção agrícola nacional foi 20% maior do que em 2015**. 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/16814-pam-2016-valor-da-producao-agricola-nacional-foi-20-maior-do-que-em-2015.html>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

INAMASU, R. Y. **Agricultura de precisão**: resultados de um novo olhar. Brasília: Embrapa, 2014.

JACOMINO, A. P **Introdução à horticultura**. 2017. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2771513/mod\\_resource/content/3/Aula%20introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Fruticultura%202017.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2771513/mod_resource/content/3/Aula%20introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Fruticultura%202017.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2017.

KLEBER, M.; MIKUTTA, R.; TORN, M. S.; JAHN, R. Poorly crystalline mineral phases protect organic matter in acid subsoil horizons. **European Journal of Soil Science**, 2005.

KRUGNER, T. L. Doenças do eucalipto. In: GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P. C. T.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C. O. N.; SALGADO, C. L.; KRUGNER, T. L.; Bergamin, A. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

LANCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Ed: EPU, 1986.

LARANJEIRO, A. J. Manejo integrado de formigas cortadeiras na Aracruz Celulose. In: **Curso de Atualização no Controle de Formigas Cortadeiras**. Piracicaba: IPEF, 1994.

LEPSCH, F. I.; ESPINOLA, C. R.; FILHO, O. J. V.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: SBCS, 2015.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Pós-colheita de hortaliças**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

MAFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Apostila de aulas teóricas de fitopatologia I. In: ROMEIRO, R. S.; NETO, J. R. **Diagnose de enfermidades de plantas incitadas por bactérias**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

MAGALHÃES A. F. J.; NASCIMENTO A. S., RITZINGER C. H. S. P. **Sistema de produção para pequenos produtores de citros do Nordeste**. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNEPequenosProdutores/colheita.htm>>. Acesso em: 1 dez. 2017.

MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com Sistema Irrigas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 69).

MEIRA, J. N. **Agronegócio: horticultura**. 2017. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Horticultura%20na%20Bahia.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MELO, G. W. **Uvas americanas e híbridas para processamento em clima temperado: preparo do solo, calagem e adubação**. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/solo.htm>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

MICHEREFF FILHO, M. **Desafios do controle de pragas em hortaliças**. s.d. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/hortalicas/anos-anteriores/desafios-do-controle-de-pragas-em-hortalicas-embrapa-46.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

MICHEREFF FILHO, M. **Desafios do controle de pragas em hortaliças**. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/hortalicas/anos-anteriores/desafios-do-controle-de-pragas-em-hortalicas-embrapa-46.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/lei-7802-1989-lei-dos-agrotóxicos/view>>. Acesso em: 31 out. 2017.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos informações para uma agricultura sustentável: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1. ed. Brasília: INMET, 2009.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia dos cultivos: informações para uma agricultura sustentável. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos informações para uma agricultura sustentável: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1 ed. Brasília: INMET, 2009.

MONTEIRO, L. A.; ALBIEIRO, D. **Operação e manutenção de tratores agrícolas**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2012.

MORAES, J. C. Introdução ao receituário agrônomo. In: **Receituário agrônomo**. Disponível em: <<http://www.den.ufla.br/siteantigo/Professores/Jair/ApostilaRA-Sanexos.PDF>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

MOURA A. P. MICHEREFF FILHO M.; GUIMARÃES A.; DE LIZ R. S. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/991795/1/1205CT129.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

MOURELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema irrigas**. 2009. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct\\_69\\_000gul1dume02wx7ha0g934vgsu6g49k.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct_69_000gul1dume02wx7ha0g934vgsu6g49k.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

NAKAGAWA, J.; MOREIRA, N. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Funep. 2012.

NOGUEIRA FILHO, H.; HAMANN, J. J. **Mecanização agrícola**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2016.

NOGUEIRA FILHO, H.; HAMANN, J. J. **Mecanização agrícola**. 2016. Disponível em: <[http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos\\_fruticultura/quinta\\_etapa/arte\\_mecanizacao\\_agricola.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_fruticultura/quinta_etapa/arte_mecanizacao_agricola.pdf)>. Acesso em: 15 de nov. 2017.

NOVAIS, R. F. **fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007.

NUNES, J. L. S. **Perspectivas da fruticultura brasileira**. 2008. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/perspectivas-da-fruticultura-brasileira\\_81113.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/perspectivas-da-fruticultura-brasileira_81113.html)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária. 2001.

OMS. 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-04/pesquisa-241-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-recomendadas>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

PAGEL, F. E. Armazenamento de sementes florestais. **Caderno Didático n. 1**. 1. ed. Santa Rosa: editora, 2004.

PASSOS, O. S.; SOUZA, J. da S. **Considerações sobre a fruticultura, com ênfase no Nordeste**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1994.

PASSOS, O. S.; SOWZA, J. da S. **Considerações sobre a fruticultura, com ênfase no Nordeste**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1994. 51p. (EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 54).

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Paulo\\_Sentelhas/publication/285651687\\_Agrometeorologia\\_Fundamentos\\_e\\_aplicacoes\\_praticas/links/5806560c08aeb85ac85f46ee/Agrometeorologia-Fundamentos-e-aplicacoes-praticas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Sentelhas/publication/285651687_Agrometeorologia_Fundamentos_e_aplicacoes_praticas/links/5806560c08aeb85ac85f46ee/Agrometeorologia-Fundamentos-e-aplicacoes-praticas.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B. **Manejo integrado de doenças em hortaliças**. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91507/1/Manejo-integrado-de-doencas-em-Hortalicas.pdf>>. Acesso em: 23 de nov. 2017.

PESKE, S. T.; VILELA, F. A. Secagem de Sementes. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Peske, S. T.; Rosenthal, M. D.; Rota, G. R. M. Pelotas: 281-319, 2003.

PICANÇO, M.C. **Manejo integrado de pragas**. 2010. Disponível em: <[https://halley.admserv.ufmg.br/ica/wpcontent/uploads/2017/06/apostila\\_entomologia\\_2010.pdf](https://halley.admserv.ufmg.br/ica/wpcontent/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf)>. Acesso em: 15 de nov. 2017.

PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. Lavras: UFLA, 2014

PIRES JÚNIOR, L. S. **Os 10 fatores-chave de sucesso da horticultura**. 2015. PITELLI, R.A. O termo planta-daninha. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v33n3/0100-8358-pd-33-03-00622.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. 2017.

PLANETA ORGÂNICO. **Pós-colheita: conservação de frutas e hortaliças**. 2017. Disponível em: <<http://planetaorganico.com.br/site/index.php/pos-colheita-conservacao-de-frutas-e-hortalicas-2/>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

REEZT, E. R. **Anuário brasileiro da fruticultura 2015**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 108p.

REINHARDT, D. H. **Avanços tecnológicos na fruticultura tropical**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1996.

SANTOS FILHO, A. G. dos; SANTOS, J. E. G. G dos. **Apostila de máquinas agrícolas**. Ago. 2001. 88 f. Notas de aula. Digitado.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. A cultura do eucalipto. I. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 18, n.185, 1996.

SANTOS, Jerffson Lucas. **Mecanização Agrícola**. Barra da Estiva: Instituto Formação, 2012.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 83- 93, 2010.

SCARAMUZZA, J. F. **Fertilidade e fertilização do solo**: manual de aulas práticas. Cuiabá: Genus, 2000.

SCARPARE FILHO J. A.; MEDINA R.; SILVA S. M. **Poda de árvores frutíferas**. Piracicaba: USP/ESALQ, 2011, 54 p.

SCHEID, A.; LOPES, M. C. S.; GUILHERME, L. R. G. Boletim Técnico N° 1. Acidez do solo e calagem. São Paulo: ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1991.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A. **Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Maria: UFSM/AFUBRA, 2002.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A. **Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Maria: UFSM/AFUBRA, 2002.

SEBRAE. **Mercado de fruticultura panorama do setor no brasil**. 2015a. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

SEBRAE. **Mercado de fruticultura panorama do setor no brasil**. 2015. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

SEBRAE. **Métodos de irrigação em hortaliças**. 2015. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/8af4c78945062d5e1d6c4fa50885cc81/\\$File/7129.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8af4c78945062d5e1d6c4fa50885cc81/$File/7129.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

SEBRAE. **Métodos de irrigação em hortaliças**. 2015b. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/8af4c78945062d5e1d6c4fa50885cc81/\\$File/7129.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8af4c78945062d5e1d6c4fa50885cc81/$File/7129.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

SEBRAE. **O mercado de hortaliças no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-de-hortalicas-no-brasil,92e8634e2ca62410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

SENAR. **Hortalicas**: cultivo de hortalicas raízes, tubérculos, rizomas e bulbos. 2012. Disponível em: <[http://www.senar.org.br/sites/default/files/149\\_-\\_hortalicas\\_raizes.pdf](http://www.senar.org.br/sites/default/files/149_-_hortalicas_raizes.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

SENAR. **Manutenção de tratores agrícolas**. 2010. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Milan/leb332/Manut\\_SENAR.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Milan/leb332/Manut_SENAR.pdf)>. Acesso em: 15 de nov. 2017.

SILVA, C. A.; FERREIRA F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo integrado de plantas daninhas em hortalicas. **Pesquisa & Tecnologia**. Vol. 3, n. 2, jul./dez. 2006.

SILVEIRA, R. L. V. A.; Malavolta, E. **Nutrição e adubação potássica em eucalyptus**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n.91, 2000. 12p.

SILVICULTURA DO EUCALIPTO (*Eucalyptus* spp.). Disponível em: <[www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br)>. Acesso em: 9 abr. 2018.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SMITH, L. P. **Methods in agricultural meteorology**. Elsevier Scientific Publishing Amsterdam: 1975, pp. 210

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da; NASCIMENTO, T. **Recomendações básicas para o manejo de água em fruteiras**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. 28 p. il. (Embrapa Semiárido. Circular técnica, 82).

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**. 3. ed. Viçosa: editora, 2006.

SOUZA, J. S. I. **Poda das plantas frutíferas**. São Paulo: Nobel, 1986, 224 p

SOUZA, M. N. **Mudanças climáticas e a importância da agrometeorologia na produção agropecuária**. 2013. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/artigo/mudancas-climaticas-e-a-importancia-da-agrometeorologia-na-producao-agropecuaria>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

TERUYO IDO, O.; OLIVEIRA, R. A. Apostila 8 - Aula 8 tratos culturais, 2017. Disponível em: <<http://www.agriculturageral.ufpr.br/bibliografia/apostila8.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

TESTEZLAF, R. **Irrigação por superfície**: sulcos. Disponível em: <[https://www.agro.ufg.br/up/68/o/12\\_aula\\_sulco.pdf](https://www.agro.ufg.br/up/68/o/12_aula_sulco.pdf)>. Acesso em: 8 nov. 2017.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, jan. 1948. Disponível em: <[www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=16964](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=16964)>. Acesso em: 23 nov. 2017.

TOWNSEND, C. R. **Fundamentos em ecologia**. 3. ed. Porto Alegre, Artmed, 2010.

UFSM/AFUBRA. **Projeto Bolsa de Sementes de Espécies Florestais**, 2002.

VARELLA, C. A. A. **Introdução ao estudo dos tratores agrícolas**. UFRRJ, 2012. Disponível em: <[http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154\\_motores\\_e\\_tratores/apresenta/introducao%20ao%20estudo%20dos%20tratores%20agricolas.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/apresenta/introducao%20ao%20estudo%20dos%20tratores%20agricolas.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2018.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Série Técnica IPEF: Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **ESALQ/USP** v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J.; MARTINS, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992.

VIEIRA JÚNIOR, H; C. MELO, B. **Poda das fruteiras**. (s.d.). Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/poda.html>. Acesso em: 8 jan. 2018.

VIEIRA, L. **Meteorologia e climatologia agrícola**. 2009. 138 f. Notas de aula. Digitado.

YAMASHITA, L. M. R. **Mecanização agrícola**. 2010. Disponível em: <[http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Mecanizacao\\_Agricola.pdf](http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Mecanizacao_Agricola.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2017.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4. ed. Santa Rosa: UFSR, 2014.

ZERBINI JR, F. M.; CARVALHO, M. G.; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução à virologia vegetal**. Editora UFV. 2002.