

# Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 1 – Ciência das Plantas Daninhas: Histórico, Biologia, Ecologia e Fisiologia .....</b>                      | <b>1</b>  |
| Germani Concenço, André Andres, Alexandre Ferreira da Silva,<br>Leandro Galon, Evander Alves Ferreira e Ignacio Aspiazú |           |
| Ciência das plantas daninhas .....  | 1         |
| Importância da biologia das plantas daninhas para seu manejo .....  | 8         |
| Classificações botânicas .....  | 9         |
| Prejuízos causados pelas plantas daninhas .....   | 10        |
| Prejuízos diretos .....   | 10        |
| Prejuízos indiretos .....   | 11        |
| Ecologia das plantas daninhas .....   | 13        |
| Persistência das plantas daninhas .....   | 14        |
| Estratégias evolutivas das plantas daninhas .....   | 15        |
| Fatores determinantes da adaptabilidade de plantas daninhas .....   | 17        |
| Água .....  | 17        |
| Radiação solar .....  | 21        |
| Nutrientes .....  | 24        |
| CO <sub>2</sub> .....   | 25        |
| Temperatura .....   | 26        |
| Fisiologia de plantas daninhas .....  | 26        |
| Considerações finais .....  | 27        |
| Questões para estudo .....  | 29        |
| <b>Capítulo 2 – Classificação e Mecanismos de Sobrevivência das Plantas Daninhas .....</b>                              | <b>33</b> |
| Flávio Martins Garcia Blanco  |           |
| Introdução .....  | 33        |
| Definição de planta daninha .....   | 34        |
| Classificação quanto ao ciclo .....   | 35        |
| Classificação quanto ao habitat .....   | 36        |
| Classificação botânica .....  | 36        |
| Amaranthaceae .....   | 37        |
| Asteraceae (Compositae) .....   | 37        |
| Boraginaceae .....  | 38        |
| Brassicaceae (Cruciferae) .....   | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| Commelinaceae .....  | 39        |
| Convolvulaceae .....   | 39        |
| Curcubitácea .....   | 40        |
| Cyperaceae .....   | 40        |
| Euphorbiaceae .....  | 41        |
| Fabaceae .....   | 42        |
| Lamiaceae .....  | 42        |
| Malvaceae .....  | 42        |
| Poaceae (Gramineae) .....  | 43        |
| Polygonaceae .....   | 45        |
| Portulacaceae .....  | 45        |
| Rubiácea .....   | 45        |
| Solanaceae .....   | 46        |
| Reprodução das plantas daninhas .....  | 46        |
| Dinâmica dos propágulos no solo .....  | 47        |
| Dormência das sementes das plantas daninhas .....  | 49        |
| Propágulos das plantas daninhas .....  | 51        |
| Influência do manejo do solo .....   | 52        |
| Plantas daninhas com maior fluxo de emergência no período de verão-outono .....                              | 54        |
| Plantas daninhas com maior fluxo de emergência no período de outono-inverno (época de menores chuvas) .....  | 54        |
| Plantas daninhas com maior fluxo de emergência no período de primavera-verão (época de maiores chuvas) ..... | 55        |
| Plantas daninhas com fluxo de emergência contínuo .....  | 55        |
| Questões para estudo .....   | 59        |
| <b>Capítulo 3 – Competição entre Plantas Daninhas e Plantas Cultivadas.....</b>                              | <b>61</b> |
| Robinson Antonio Pitelli   |           |
| Introdução .....   | 61        |
| Competição: conceitos e definições .....   | 61        |
| Fatores passíveis de competição .....  | 63        |
| Fatores que afetam a interferência entre plantas daninhas e culturas agrícolas .....                         | 66        |
| Fatores ligados à cultura .....  | 67        |
| Fatores ligados à comunidade infestante .....  | 69        |
| Fatores ligados ao ambiente .....  | 71        |
| Período de convivência ou de controle das plantas daninhas .....   | 72        |
| Cultura anuais e bianuais.....   | 72        |
| Período Total de Prevenção da Interferência .....  | 73        |

|  |    |
|--|----|
| Período Anterior à Interferência ..... | 75 |
| Pastagens .....                        | 79 |
| Culturas perenes .....                 | 79 |
| Considerações Finais .....             | 81 |
| Questões para estudo .....             | 81 |

## **Capítulo 4 – Alelopatia: Princípios Básicos e Mecanismos de Interferências ..... 83**

Antonio Pedro da Silva Souza Filho

|  |     |
|--|-----|
| Introdução .....   | 83  |
| Histórico .....  | 83  |
| Conceitos básicos .....  | 83  |
| Síntese de aleloquímicos na planta .....                               | 84  |
| Distribuição dos aleloquímicos na planta .....                         | 86  |
| Liberação e comportamento de aleloquímicos no solo .....               | 86  |
| Mecanismo de ação dos aleloquímicos nas plantas-alvo .....             | 88  |
| Alelopatia em agrossistemas .....                                      | 89  |
| Alelopatia em áreas de pastagens cultivadas .....                      | 91  |
| Atividade alelopática em gramíneas forrageiras .....                   | 91  |
| Atividade alelopática em leguminosas forrageiras .....                 | 92  |
| Atividade alelopática em plantas daninhas .....                        | 93  |
| Espécies florestais .....  | 95  |
| Outras espécies de plantas .....                                       | 97  |
| Atividade alelopática em espécies produtoras de óleos essenciais ..... | 98  |
| Manipulação estrutural de aleloquímicos .....                          | 99  |
| Questões para estudo .....   | 100 |

## **Capítulo 5 – Métodos de Levantamento da Colonização de Plantas Daninhas ..... 103**

Patrícia Andrea Monquero, Andréia Cristina Silva Hirata e Robison Antonio Pitelli

|   |     |
|---|-----|
| Introdução .....  | 103 |
| Metodologia para levantamento do banco de diásporos de plantas daninhas ..... | 104 |
| Considerações sobre fitossociologia e amostragem de plantas daninhas .....    | 109 |
| Padrões de distribuição das plantas .....                                     | 110 |
| Área de amostragem .....  | 113 |
| Parâmetros fitossociológicos .....  | 115 |
| Densidade e densidade relativa .....  | 116 |

|   |            |
|---|------------|
| Frequência e frequência relativa .....  | 116        |
| Dominância relativa .....   | 116        |
| Índice de valor de importância e importância relativa .....                         | 117        |
| Avaliação visual .....  | 118        |
| Método de pontos .....  | 118        |
| Agricultura de precisão e o mapeamento de plantas daninhas .....                    | 119        |
| Questões para estudo .....  | 126        |
| <b>Capítulo 6 – Métodos de Controle de Plantas Daninhas .....</b>                   | <b>129</b> |
| Cleber Daniel de Goes Maciel  |            |
| Introdução .....  | 129        |
| Controle preventivo .....   | 130        |
| Controle cultural .....   | 132        |
| Preparo físico e químico do solo .....  | 132        |
| Rotação e consorciação de culturas .....  | 133        |
| Escolha de cultivares e época de plantio/semeadura .....                            | 133        |
| Cobertura da superfície do solo .....   | 133        |
| Irrigação .....   | 135        |
| Manejo de pragas e doenças .....  | 135        |
| Controle Físico .....   | 135        |
| Uso do calor-fogo e vapor .....   | 135        |
| Uso da água: inundação e drenagem .....   | 137        |
| Novas técnicas de controle físico .....   | 137        |
| Controle mecânico .....   | 138        |
| Arranque manual .....   | 138        |
| Capina manual .....   | 138        |
| Cultivo mecanizado com tração animal ou tratorizada .....                           | 138        |
| Roçada manual e mecanizada .....  | 140        |
| Controle biológico .....  | 140        |
| Controle químico .....  | 141        |
| Conceitos e princípios do Manejo Integrado de<br>Plantas Daninhas (MIPD) .....      | 143        |
| Questões para estudo .....  | 143        |
| <b>Capítulo 7 – Comportamento de Herbicidas nas Plantas .....</b>                   | <b>145</b> |
| Patricia Andrea Monquero e Andreia Cristina Silva Hirata                            |            |
| Introdução .....  | 145        |
| Absorção foliar de herbicidas .....   | 145        |
| Composição da superfície foliar e sua relação com a<br>absorção de herbicidas ..... | 146        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Características diferenciais das folhas que afetam a absorção de herbicidas .....</b>                  | 149 |
| <b>Propriedades dos herbicidas que interferem na absorção foliar ....</b>                                 | 151 |
| <b>Adjuvantes e absorção foliar de herbicidas .....</b>   | 153 |
| <b>Impacto de fatores climáticos na absorção de herbicidas .....</b>                                      | 154 |
| <b>Absorção de herbicidas pelas raízes .....</b>  | 155 |
| <b>Absorção pelo caule .....</b>  | 158 |
| <b>Translocação de herbicidas nas plantas .....</b>   | 159 |
| <b>Metabolismo dos herbicidas nas plantas .....</b>   | 163 |
| <b>Questões para estudo .....</b>   | 165 |
| <b>Capítulo 8 – Comportamento de Herbicidas no Solo .....</b>   | 167 |
| <b>Antônio Alberto da Silva, Leonardo d'Antonino,<br/>Rafael Vlavian e Rubem Silvério de Oliveira Jr.</b> |     |
| <b>Introdução .....</b>   | 167 |
| <b>Importância do estudo de herbicidas no solo .....</b>  | 168 |
| <b>Processos de retenção .....</b>  | 168 |
| <b>Precipitação .....</b>   | 170 |
| <b>Absorção .....</b>   | 170 |
| <b>Adsorção .....</b>   | 170 |
| <b>Sorção .....</b>   | 171 |
| Estimativa da sorção .....  | 173 |
| Isotermas de sorção .....   | 177 |
| Principais propriedades do solo que influenciam<br>a sorção de herbicidas .....                           | 180 |
| Importância da matéria orgânica do solo na sorção de<br>herbicidas .....                                  | 181 |
| Textura e mineralogia .....   | 183 |
| pH do solo .....  | 184 |
| Principais propriedades físico-químicas dos herbicidas que<br>interferem na sua sorção no solo .....      | 187 |
| Coeficiente de partição octanol-água ( $K_{ow}$ ) .....   | 187 |
| Capacidade de dissociação eletrolítica ( $pK_a$ ) .....   | 188 |
| Dessorção .....   | 190 |
| <b>Processos de transporte .....</b>  | 192 |
| Escorrimento superficial (run-off) e subsuperficial (run-in) .....  | 192 |
| Volatilização .....   | 193 |
| Fatores que influenciam a volatilização .....   | 194 |
| Alternativas para redução de perdas por volatilização .....   | 195 |
| Pressão de vapor (PV) .....   | 195 |
| Solubilidade (S) .....  | 197 |

|  |            |
|--|------------|
| Relação entre pressão de vapor (PV) e solubilidade (S) .....       | 197        |
| Relação entre $K_h$ e incorporação de herbicidas .....             | 198        |
| Absorção pelas plantas .....                                       | 198        |
| Lixiviação .....   | 198        |
| <b>Processos de transformação .....</b>                            | <b>200</b> |
| Persistência .....   | 200        |
| Degradação química .....   | 203        |
| Degradação biológica (microbiana) ou biodegradação .....           | 203        |
| Fotodecomposição ou fotólise .....                                 | 205        |
| <b>Fitorremediação de solos contaminados .....</b>                 | <b>205</b> |
| Fitorremediação: Mecanismo de Biorremediação .....                 | 206        |
| <b>Fitorremediação: Classificações .....</b>                       | <b>208</b> |
| Rizofiltração .....  | 210        |
| Fitoestimulação e rizodegradação .....                             | 210        |
| Filodegradação .....   | 212        |
| Estratégias para o Sucesso da Fitorremediação .....                | 213        |
| Limitações para o Emprego da Técnica .....                         | 213        |
| Escolha da espécie vegetal remediadora .....                       | 214        |
| <b>Considerações finais .....</b>                                  | <b>215</b> |
| <b>Questões para estudo .....</b>                                  | <b>215</b> |
| <b>Capítulo 9 – Seletividade de Herbicidas .....</b>               | <b>217</b> |
| Carlos Alberto Mathias Azania e Andréa A. Padua Mathias Azania     |            |
| <b>Seletividade .....</b>  | <b>217</b> |
| Tolerância e resistência de plantas .....                          | 218        |
| <b>Tipos de seletividade .....</b>                                 | <b>219</b> |
| Fatores inerentes à planta .....                                   | 220        |
| Seletividade e o estágio de desenvolvimento .....                  | 220        |
| Seletividade e os mecanismos de absorção diferencial .....         | 221        |
| Seletividade e os mecanismos de translocação diferencial .....     | 223        |
| Seletividade e o metabolismo diferencial .....                     | 224        |
| Fatores inerentes ao herbicida .....                               | 225        |
| Seletividade e a estrutura molecular .....                         | 225        |
| Seletividade com referência à dose .....                           | 227        |
| Seletividade e as formulações .....                                | 227        |
| Seletividade e o modo de aplicação .....                           | 228        |
| Seletividade e as propriedades físico-químicas das moléculas ..... | 229        |
| Fatores inerentes ao ambiente .....                                | 229        |
| Seletividade e a textura do solo .....                             | 229        |
| Seletividade e a água disponível no solo .....                     | 230        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Considerações finais .....</b>  | 232        |
| <b>Questões para estudo .....</b>  | 232        |
| <b>Capítulo 10 – Mecanismos de Ação dos Herbicidas .....</b>   | <b>235</b> |
| Ribas Antonio Vidal, Aldo Merotto Jr., Carlos Eduardo Schaedler,<br>Fabiane Pinto Lamego, João Portugal, Julio Menendez, Luiz Alberto<br>Kozlowski, Michelangelo Muzell Trezzi e Rafael de Prado |            |
| <b>Introdução .....</b>  | <b>235</b> |
| <b>Herbicidas que atuam no cloroplasto .....</b>   | <b>236</b> |
| Inibidores de ACCase.....  | 236        |
| Inibidores de ALS .....  | 238        |
| Inibidor de EPSPS .....  | 240        |
| Inibidores de GS .....   | 242        |
| Inibidores do fluxo de elétrons no fotossistema 2 (FS II) .....  | 244        |
| Inibidores do fotossistema 1 (FS I) .....  | 247        |
| Inibidores de Protox .....   | 248        |
| Inibidores da biossíntese de carotenóides .....  | 250        |
| <b>Herbicidas que atuam fora do cloroplasto .....</b>  | <b>252</b> |
| Herbicidas auxinas sintéticas .....  | 252        |
| Inibidores da formação de ácidos graxos de cadeia longa .....  | 254        |
| Inibidores da polimerização de tubulina.....   | 254        |
| <b>Questões para estudo .....</b>  | <b>255</b> |
| <b>Capítulo 11 – Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas .....</b>  | <b>257</b> |
| Pedro Jacob Christoffoleti, Marcelo Nicolai e<br>Marcel Sereguin Cabral de Melo  |            |
| <b>Definições importantes .....</b>  | <b>257</b> |
| <b>Fatores que contribuem para a seleção de populações<br/>de plantas daninhas resistentes a herbicidas .....</b>  | <b>259</b> |
| <b>Mecanismos de resistência de plantas daninhas a herbicidas .....</b>  | <b>260</b> |
| Alteração do sítio de ação .....   | 260        |
| Metabolização do herbicida .....   | 260        |
| Compartimentalização ou sequestração do herbicida .....  | 260        |
| Superexpressão da proteína-alvo do herbicida .....   | 260        |
| Exclusão do herbicida da célula ou organela-alvo<br>do sítio de ação .....   | 260        |
| <b>Resistência de plantas daninhas aos diferentes mecanismos de ação .....</b>   | <b>261</b> |
| Inibidores do fotossistema I (paraquat) .....  | 261        |
| Inibidores da glutamina sintetase – GS (amônio glufosinate) .....  | 261        |
| Inibidores do fotossistema II (triazinas) .....  | 262        |

|   |     |
|---|-----|
| Inibidores da biossíntese de caroteno (HPPD) .....  | 262 |
| Mimitizadores das auxinas (2,4-D) .....   | 263 |
| Inibidores da PPO (protoporfirinogeno oxidase) .....  | 263 |
| Inibidores da ALS (acetolactato sintase) .....  | 264 |
| Inibidores da ACCase (acetil coenzima A carboxilase) .....                                  | 265 |
| Inibidores da divisão celular (mitose e inibidores dos ácidos graxos de cadeia longa) ..... | 266 |
| Inibidores da enolpiruvil shikimato sintetase (EPSPS) .....                                 | 266 |
| Azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> ) .....  | 267 |
| Buva ( <i>Conyza spp.</i> ) .....   | 270 |
| Capim-amargoso ( <i>Digitaria insularis</i> ) .....   | 275 |
| Capim-branco ( <i>Chloris polydactyla</i> ) .....   | 279 |
| Tecnologias de diagnóstico de resistência de plantas daninhas .....                         | 280 |
| Prevenção e manejo da resistência de plantas daninhas a herbicidas .....                    | 281 |
| Questões para estudo .....  | 282 |

## **Capítulo 12 – Culturas Geneticamente Modificadas**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Tolerantes a Herbicidas .....</b>   | <b>285</b> |
| Ramiro Fernando López Ovejero, Ariane Cristine Ferreira, Augusto Crivellari e Daniella Pascon Vianna Braga |            |
| Introdução .....   | 285        |
| Biossegurança das culturas geneticamente modificadas .....   | 288        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes ao glifosato .....   | 289        |
| Soja .....   | 289        |
| Milho .....  | 292        |
| Algodão .....  | 294        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes ao glufosinato de amônio .....                               | 295        |
| Soja .....   | 297        |
| Milho .....  | 297        |
| Algodão .....  | 298        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes às auxinas sintéticas ....                                   | 298        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes ao 2,4-D .....   | 299        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes ao dicamba .....   | 300        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes às imidazolinonas ....                                       | 301        |
| Culturas geneticamente modificadas tolerantes à HPPD .....   | 302        |
| Os benefícios das culturas geneticamente modificadas<br>tolerantes a herbicidas e novas perspectivas ..... | 303        |
| Questões para estudo .....   | 305        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Capítulo 13 – Tecnologia de Aplicação de Herbicidas .....</b> | <b>307</b> |
| <b>Marcelo Nicolai e Pedro Jacob Christoffoleti</b>              |            |
| <b>Introdução .....</b>  | <b>307</b> |
| <b>Definições .....</b>  | <b>308</b> |
| <b>Alvo .....</b>  | <b>308</b> |
| <b>Eficiência versus eficácia .....</b>                          | <b>309</b> |
| <b>Fatores que Influenciam a Tecnologia de</b>                   |            |
| <b>Aplicação de Herbicidas .....</b>                             | <b>310</b> |
| <b>Herbicidas .....</b>  | <b>311</b> |
| <b>Formulação: calda x veículo .....</b>                         | <b>312</b> |
| <b>Cobertura do alvo .....</b>                                   | <b>315</b> |
| <b>Condições edafoclimáticas .....</b>                           | <b>322</b> |
| <b>Plantas daninhas .....</b>                                    | <b>325</b> |
| <b>Deriva .....</b>  | <b>326</b> |
| <b>Causas da deriva .....</b>                                    | <b>327</b> |
| <b>Importância do controle da deriva .....</b>                   | <b>328</b> |
| <b>Equipamentos de aplicação .....</b>                           | <b>328</b> |
| <b>Tipos de pulverizadores .....</b>                             | <b>328</b> |
| <b>Tanque ou depósito do pulverizador .....</b>                  | <b>330</b> |
| <b>Agitadores de tanque .....</b>                                | <b>330</b> |
| <b>Registros .....</b>   | <b>330</b> |
| <b>Filtros .....</b>   | <b>330</b> |
| <b>Bomba .....</b>   | <b>331</b> |
| <b>Câmara de compensação .....</b>                               | <b>331</b> |
| <b>Regulador de pressão .....</b>                                | <b>332</b> |
| <b>Manômetro .....</b>   | <b>332</b> |
| <b>Registros ou válvulas direcionais .....</b>                   | <b>332</b> |
| <b>Barra .....</b>   | <b>333</b> |
| <b>Bicos .....</b>   | <b>334</b> |
| <b>Pulverização com aeronaves .....</b>                          | <b>338</b> |
| <b>Adjuvantes .....</b>  | <b>339</b> |
| <b>Classificação dos adjuvantes .....</b>                        | <b>340</b> |
| <b>Ativadores .....</b>  | <b>340</b> |
| <b>Surfactantes .....</b>  | <b>340</b> |
| <b>Aniônicos .....</b>   | <b>341</b> |
| <b>Catiônicos .....</b>  | <b>342</b> |
| <b>Não iônicos .....</b>   | <b>342</b> |
| <b>Anfotéricos .....</b>   | <b>343</b> |
| <b>Óleos .....</b>   | <b>343</b> |
| <b>Fertilizantes nitrogenados .....</b>                          | <b>344</b> |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Modificadores de calda .....     | 344        |
| Molhantes .....                  | 344        |
| Corantes .....                   | 345        |
| Controladores de deriva .....    | 345        |
| Agentes espessantes .....        | 345        |
| Agentes adesivos .....           | 345        |
| Condicionadores de calda .....   | 346        |
| Agentes de compatibilidade ..... | 346        |
| Reguladores de pH .....          | 346        |
| Umectantes .....                 | 347        |
| Antiespumantes .....             | 347        |
| Absorventes de UV .....          | 347        |
| Eficiência .....                 | 347        |
| Questões para estudo .....       | 348        |
| <b>Referências .....</b>         | <b>351</b> |