

MANEJO SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS

fundamentos para um sistema de
plantio direto sem herbicida

Autor

Francisco Skora Neto



MANEJO SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS

fundamentos para um sistema de
plantio direto sem herbicida

Francisco Skora Neto



Governador do Estado do Paraná
Carlos Massa Ratinho Júnior

Secretário da Agricultura e do Abastecimento
Norberto Anacleto Ortigara



Diretor-Presidente
Natalino Avance de Souza

Diretora de Pesquisa e Inovação
Vania Moda Cirino

Diretor de Extensão Rural
Diniz Dias Doliveira

Diretor de Integração Institucional
Rafael Fuentes Llanillo

Diretor de Gestão Institucional
Solange Maria da Rosa Coelho

Diretor de Gestão de Negócios
Altair Sebastião Dorigo

Conselho Editorial
Vania Moda Cirino – Coordenadora
Diniz Dias Doliveira
Rafael Fuentes Llanillo
Milton Satoshi Matsushita
Álison Néri

MANEJO SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS

fundamentos para um sistema de
plantio direto sem herbicida

Francisco Skora Neto



IDR-Paraná

Londrina

2022

Editor Chefe
Álison Néri

Produção Editorial
MultCast

Publicação parcialmente financiada
com recursos da Fundação Araucária.



Todos os direitos reservados.
É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.
É proibida a reprodução total desta obra.

Distribuição
publicacoes@idr.pr.gov.br
(43) 3376-2482
(43) 99184-5992

Tiragem: 25 exemplares

Todos os direitos reservados.
É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.
É proibida a reprodução total desta obra.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S628M Skora Neto, Francisco.
Manejo sustentável de plantas daninhas: fundamentos para um sistema de plantio direto sem herbicida / Francisco Skora Neto. – Londrina, PR: IDR-Paraná, 2022.
188 p. : il. ; 17,5 x 24,7 cm

Inclui bibliografia
ISBN 978-65-996276-1-9

1. Matologia. 2. Ervas daninhas – Paraná – Controle. I. Título.

CDD 632.3

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

2022

Autor

Francisco Skora Neto

Engenheiro-agrônomo

PhD em Ciência de Plantas Daninhas

Pesquisador aposentado da Área de Fitotecnia

Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER

Agradecimentos

À Telma Passini, pela colaboração, sugestões e revisão do texto.

A Antonio Carlos Campos, pelas discussões e assistência nos trabalhos.

Aos agricultores Tadeu Bigunas, Celso Bigunas, Leonardo Deiss e Valdir Bolognini, por abrirem a porteira de suas propriedades e pela pesquisa participativa.

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná, pelo suporte financeiro para alguns estudos, notadamente em plantio direto sem herbicida.

Prefácio

O manejo das plantas daninhas assume papel fundamental em sistemas conservacionistas de produção, uma vez que a presença dessas plantas pode ser fator limitante à condução desses sistemas. De um conjunto das demandas levantadas por agricultores familiares e suas entidades representativas para uma agricultura menos dependente de insumos externos, o manejo ecológico de plantas daninhas foi elencado como uma das prioridades. Uma série de estudos foram realizados para elucidar alguns aspectos básicos de biologia e comportamento dessas plantas para entender a dinâmica da relação com as plantas cultivadas e sua aplicação no cotidiano dos agricultores. A partir dos dados obtidos e de um embasamento teórico, configuraram-se algumas estratégias de manejo das plantas daninhas que formam o escopo desta publicação.

No Capítulo 1, descreve-se a conceituação de plantas daninhas e a sua adaptação ou especialização a determinados habitats, as qualificando como indicadoras daquele ambiente. A hipótese de alteração do ambiente na modificação das espécies infestantes é discutida.

No Capítulo 2, concentra-se na competição por recursos do ambiente e as possibilidades das diferentes associações entre as plantas, desde a convivência das plantas daninhas com as culturas até os sistemas de consorciação.

No capítulo 3, trata-se, para as principais espécies infestantes de ocorrência no Estado do Paraná, de um dos aspectos mais cruciais para sua sobrevivência, e o que as qualifica como daninhas e de difícil erradicação: a dormência e a longevidade das sementes. Estratégias para redução do banco de sementes e a densidade populacional também são discutidas.

No Capítulo 4, discute-se a importância das plantas de cobertura no manejo das plantas daninhas e os resultados de alguns estudos do efeito supressor, da consorciação com as culturas e da ocupação dos intervalos entre cultivos.

No Capítulo 5, são apresentados resultados de estudos de plantio direto sem herbicida desde o controle mecânico das plantas de cobertura para a formação de palha até as diferentes possibilidades de controle das plantas daninhas durante o ciclo das culturas.

Francisco Skora Neto

Autor

Sumário

CAPÍTULO 1

PLANTAS INDICADORAS 9

1.1. Introdução..... 9

1.1.1. Hábitats9

1.1.2. Plantas daninhas9

1.2. Estudos de Plantas Daninhas Indicadoras 11

1.3. Resultados Experimentais 13

1.3.1. Plantas daninhas indicadoras de acidez
e presença de alumínio tóxico 13

1.3.2. Manejo de samambaia 18

1.3.3. Flora infestante em áreas de pousio..... 21

1.4. Considerações Finais23

1.5. Referências.....24

CAPÍTULO 2

COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS 27

2.1. Introdução.....27

2.2. Estudos de Competição29

2.3. Resultados Experimentais	34
2.3.1. Indicadores morfológicos da cultura na determinação do início da competição	34
2.3.2. Influência da densidade de plantas daninhas na duração do Período Anterior à Interferência (PAI)	37
2.3.3. Influência da densidade de plantas daninhas na eficácia de métodos de controle	39
2.4. Considerações Finais	41
2.5. Referências.....	41

CAPÍTULO 3

DORMÊNCIA E LONGEVIDADE DE SEMENTES 45

3.1. Introdução.....	45
3.1.1. Dormência	45
3.1.2. Longevidade das sementes.....	52
3.1.3. Germinação	54
3.2. Estudos e Resultados Experimentais	56
3.2.1. Capim-marmelada	56
3.2.2. Capim-colchão	68
3.2.3. Amendoim-bravo	73
3.2.4. Guanxuma	79
3.2.5. Poaia-branca	83
3.2.6. Corda-de-viola	86
3.2.7. Azevém.....	88
3.2.8. Picão-preto	90
3.2.9. Trapoeraba.....	92

3.3. Fluxos de Emergência	93
3.3.1. Fluxos de emergência.....	94
3.3.2. Resultado experimental com erva-quente	95
3.4. Considerações Finais	96
3.5. Referências.....	97

CAPÍTULO 4

CULTIVOS DE COBERTURA NO MANEJO

DE PLANTAS DANINHAS..... 113

4.1. Introdução.....113

 4.1.1. Estudos com plantas de coberturas..... 115

4.2. Resultados Experimentais116

 4.2.1. Plantas de cobertura para formação de cobertura morta.. 116

 4.2.2. Manejo das plantas de cobertura para
 recobrimento da linha de semeadura 118

 4.2.3. Plantas de cobertura para intervalos
 entre culturas de renda 123

 4.2.4. Plantas vivas em consorciação com culturas 127

4.3. Considerações Finais138

4.4. Referências.....138

CAPÍTULO 5	
PLANTIO DIRETO SEM HERBICIDA.....	143
5.1. Introdução.....	143
5.1.1. Estudos visando redução no uso de herbicidas	144
5.2. Resultados Experimentais	146
5.2.1. Manejo mecânico das plantas de cobertura	146
5.2.2. Controle das plantas daninhas durante o ciclo das culturas	151
5.2.3. Redução da população das plantas daninhas	156
5.2.4. Unidades demonstrativas de plantio direto sem herbicidas	159
5.3. Considerações Finais	174
5.4. Referências.....	175
CONCLUSÃO	179
APÊNDICE	181

CAPÍTULO 1

PLANTAS INDICADORAS

1.1. Introdução

1.1.1. Hábitats

As espécies de plantas, no processo evolutivo, adaptaram-se a determinadas condições para sua sobrevivência tornando-se indicadoras de condições climáticas, edáficas e ambientais. Assim, por meio da vegetação predominante é possível caracterizar o ambiente.

Apesar da aparente serenidade e placidez das paisagens florísticas, muitas vezes utilizadas para contemplação e meditação, na natureza há intensa competição por recursos do ambiente, motivo pelo qual as espécies vegetais desenvolveram mecanismos de captura destes recursos para sua preservação.

A eficiência destes mecanismos pode determinar a sobrevivência e a dominância da espécie. Desta forma, as espécies se especializaram em hábitats que são favoráveis à sua sobrevivência e manutenção de descendentes para as próximas gerações. Um grupo de espécies, denominado plantas daninhas, especializou-se em ocupar espaços alterados pelo homem e por agentes naturais.

1.1.2. Plantas daninhas

São consideradas daninhas as plantas que crescem onde não são desejadas e que causam prejuízo às atividades humanas. Em áreas de

produção, são daninhas aquelas plantas que reduzem a quantidade produzida, prejudicam a qualidade do produto (tamanho, peso e aspecto), dificultam a colheita, exigem tempo dedicado a seu controle e aumentam o custo de produção ou aquelas tóxicas ao homem e aos animais.

O sucesso de uma espécie de planta daninha depende primordialmente da sua habilidade em invadir e colonizar (dominar e persistir) uma área. Para tal, as plantas daninhas devem possuir eficiente mecanismo de dispersão, formar um banco de propágulos e manter esse banco por meio de mecanismos de adaptação àquela área. A planta daninha “ideal” é aquela que usa estas três estratégias de maneira eficiente. Algumas centenas de espécies vegetais são relacionadas como sendo de plantas daninhas, umas com caráter regional e outras com distribuição geográfica mais ampla.

De maneira geral, a definição de planta daninha está associada ao ser humano e aos prejuízos que causam às suas atividades. No entanto, plantas daninhas são plantas particularmente bem-sucedidas em colonizar ambientes alterados e em manter sua abundância sob repetidos distúrbios. Portanto, esta definição ecológica não leva em conta o ser humano e a alteração do ambiente causada pelo homem. Muitas das espécies que são referidas como daninhas existiam antes do ser humano e da alteração ambiental por ele provocada, assim como as características que as tornam invasivas e persistentes evoluíram independentemente da sociedade humana. É fato, porém, que a atividade humana proporcionou melhores condições para a expansão e a disseminação das plantas daninhas bem como a seleção de novas espécies como daninhas, pela adaptação aos regimes de distúrbios humanos e abundância de habitats para o seu estabelecimento.

As plantas daninhas, em algumas situações, são denominadas “plantas indicadoras”, pois algumas espécies são especializadas em determinados habitats. Além do aspecto abrangente da adaptação a

certos ambientes dentro destes grandes habitats, verifica-se a especialização de determinadas espécies por condições específicas. Algumas espécies são encontradas mais comumente em solos de determinada textura, solos compactados, solos ácidos, locais sombreados, ambientes com maior umidade, menor ou maior fertilidade química, entre outras condições.

1.2. Estudos de Plantas Daninhas Indicadoras

Algumas tentativas de classificação das espécies de plantas daninhas, de acordo com sua dominância, foram realizadas. Primavesi (1992), Meirelles e Rupp (2005) e Ricci e Neves (2004) listam algumas espécies de acordo com algumas características do solo, por exemplo, a ocorrência de:

- Guanxuma (*Sida* spp.), em solos compactados;
- Capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), em solos com laje superficial e falta de zinco;
- Amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), em solos com desequilíbrio de nitrogênio com cobre e ausência de molibdênio;
- Picão-branco (*Galinsoga parviflora*), em solos cultivados com nitrogênio suficiente, faltando cobre ou outros micronutrientes;
- Picão-preto (*Bidens pilosa*), em solos de média fertilidade;
- Cravo-de-defunto (*Tagetes minuta*), em solos infestados com nematoides;
- Samambaia (*Pteridium arachnoideum*), em solos com excesso de alumínio tóxico (Al^{3+});

- Nabiça (*Raphanus raphanistrum*), em solos carentes de boro e manganês; e,
- Capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*), em solos com estrutura física deficiente.

Algumas destas observações são perceptíveis enquanto para outras faltam estudos ou comprovação científica, como as plantas indicadoras da falta de micronutrientes no solo.

Em áreas agrícolas ou de pastagens é realmente comum verificar a presença de guaxuma, capim-annoni-2 (*Eragrostis plana*) e grama-seda (*Cynodon dactylon*) em áreas compactadas. No entanto, isto não significa que estas espécies não são encontradas em áreas não compactadas. Em condições de compactação, elas predominam formando aglomerados quase que exclusivos porque as demais espécies não conseguem se estabelecer em tais condições.

Também é comum encontrar predominância de algumas espécies em solos ácidos com alto teor de Al^{3+} como de samambaia (*Pteridium arachnoideum*), sapé (*Imperata brasiliensis*), caraguatá (*Eryngium horridum*), vassoura (*Baccharis dracuncifolia*), capim-rabo-de-burro (*Andropogum bicornis*) e outras (LORENZI, 2000; KISSMANN; GROTH, 1997). Estas plantas são consideradas tolerantes ou resistentes por sua capacidade de expulsar o Al^{3+} depois de absorvido ou por impedir sua entrada pela raiz, e de desintoxicar, complexando o Al^{3+} em organelas específicas da planta, principalmente nos vacúolos (HARTWIG et al., 2007). Haridasan (2008), ao contrário, observou que muitas espécies nativas comuns do cerrado, em vez de excluir, absorvem grandes quantidades deste elemento, o transportam para folhas e o acumulam em diferentes tecidos, incluindo folhas e sementes, e que algumas espécies não sobrevivem na ausência do alumínio trocável.

As plantas daninhas presentes em áreas cultivadas são espécies que ocupam as mais precoces fases de sucessão vegetal e que suportam alto nível de distúrbio ambiental. Sistemas agrícolas com menor movimentação do solo, como o plantio direto, tendem a apresentar maior frequência de plantas perenes, espécies colonizadoras de uma fase um pouco mais adiantada da sucessão (ALMEIDA, 1981).

Kranz et al. (2009) efetuaram levantamento das espécies de plantas daninhas no Estado do Paraná e relatam variação na ocorrência e dominância de algumas espécies em função da região, sistema de produção, época do ano, tipo de preparo do solo, fertilidade e outras condições.

No âmbito do manejo de plantas daninhas, considerando a dominância de certas espécies em determinados ambientes, a alteração do ambiente poderia ser uma forma de modificar a composição das plantas, favorecendo as de maior interesse.

1.3. Resultados Experimentais

1.3.1. Plantas daninhas indicadoras de acidez e presença de alumínio tóxico

Em experimento realizado na Fazenda Experimental do IDR-Paraná em Ponta Grossa-PR, no qual se estudou o uso de calcário por mais de dez anos, no décimo ano observou-se predominância de carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*) na área não corrigida e de picão-preto (*Bidens pilosa*) e amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) na área com calcário; a população de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) não diferiu entre os tratamentos (Figura 1.1) (SKORA NETO et al., 2002). Dez anos mais tarde, ou seja, no vigésimo ano do experimento, observou-se alteração da composição florística. Enquanto na área sem calcário havia dominância da erva-quente (*Spermacoce latifolia*), na área com calcário houve aumento na proporção de picão-preto em relação às demais (Figuras 1.2 e 1.3).

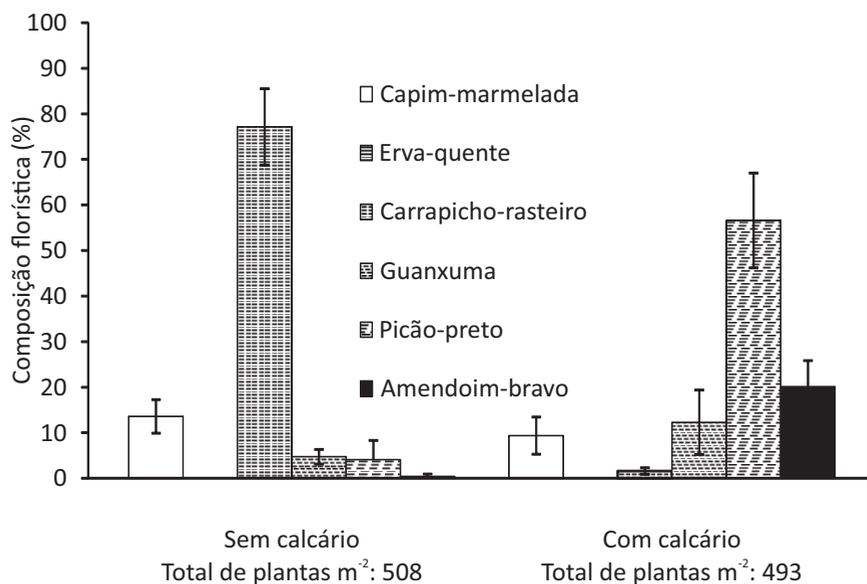


Figura 1.1. Composição florística após dez anos em área cultivada com e sem calcário. Ponta Grossa – PR.

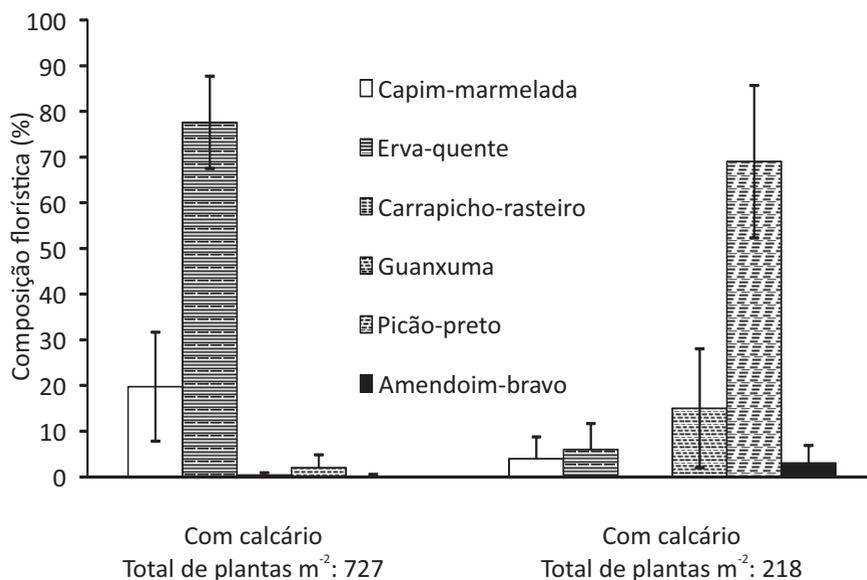


Figura 1.2. Composição florística após vinte anos em área cultivada com e sem calcário. Ponta Grossa – PR.

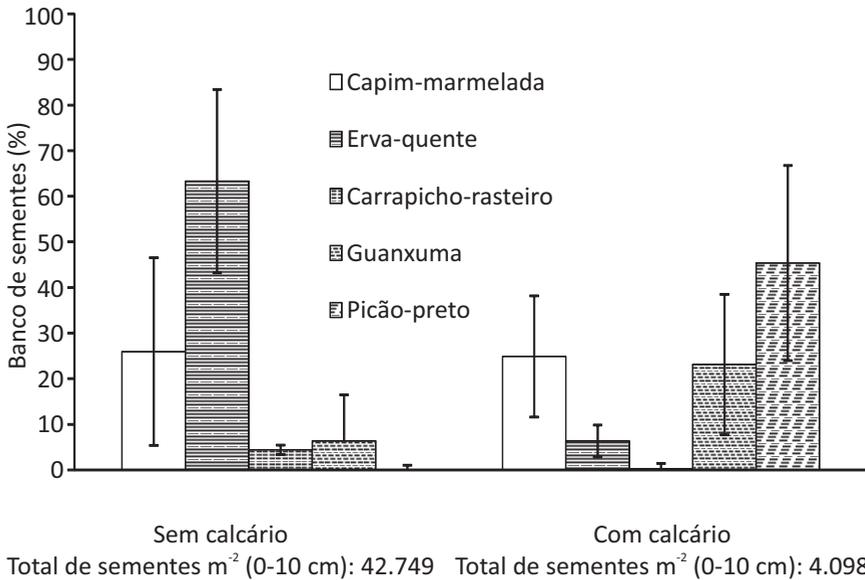


Figura 1.3. Banco de sementes após vinte e um anos em área cultivada com e sem calcário. Ponta Grossa – PR.

Com estes resultados, pode-se apontar o carrapicho-rasteiro e a erva-quente (esta mais agressiva, dominando o ambiente) como espécies indicadoras de solo com baixo pH, sem correção; amendoim-bravo e picão-preto (esta mais agressiva) como indicadoras de áreas corrigidas com calcário, e capim-marmelada como espécie indiferente, vegetando os dois ambientes. Estes resultados justificam o encontrado por Kranz et al. (2009) em levantamento das plantas daninhas no Estado do Paraná, no qual capim-marmelada está uniformemente distribuído em todas as regiões, bem como picão-preto e amendoim-bravo são espécies amplamente distribuídas, pois no Estado predominam solos agrícolas corrigidos. Os autores também observaram que a presença de carrapicho-rasteiro e erva-quente é um pouco mais restrita, predominando em solos com baixo pH e níveis de Al³⁺ elevados no solo.

Para verificar melhor o comportamento destas espécies, coletou-se o solo das áreas com e sem correção e avaliou-se o crescimen-

to das plantas em vasos, em casa de vegetação. Plantas de erva-quente e carrapicho-rasteiro cresceram melhor no solo sem calcário (pH = 3,9) e amendoim-bravo e picão-preto no solo com calcário (pH = 5,6) (Figura 1.4). Pela análise foliar, observou-se baixo teor de manganês nas plantas de erva-quente que cresceram no solo com calcário, indicando que a elevação do pH neste solo causou deficiência deste elemento nesta espécie (Figura 1.5 e Tabela 1.1).

Estes resultados nos levam a considerar que infestações de erva-quente ou carrapicho-rasteiro em solos ácidos poderiam ser diminuídas ou suprimidas com a aplicação de calcário. Baseado nesta hipótese, Santos (2008) efetuou a calagem (para elevação da saturação de bases a 70%) em área com alta população de erva-quente, mas não verificou influência do calcário na infestação da erva-quente no ano seguinte.

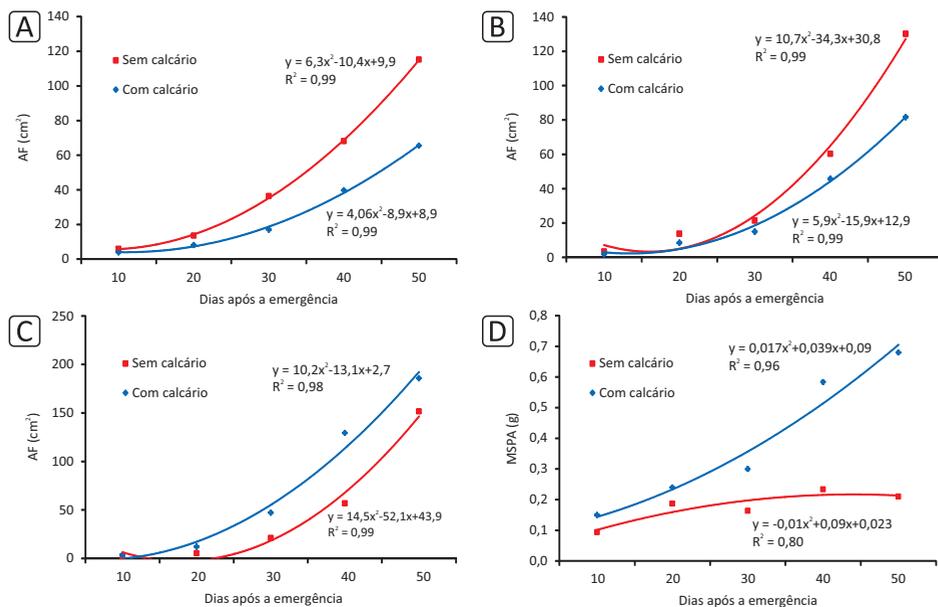


Figura 1.4. Curva de crescimento de: A) erva-quente; B) carrapicho-rasteiro; C) picão-preto; e, D) amendoim-bravo; em solo sem (pH = 3,9) e com calcário (pH = 5,6). Ponta Grossa – PR.

Neste caso, especula-se que a quantidade de calcário não foi suficiente para elevar o pH a níveis que poderiam afetar o desenvolvimento das plantas, como no caso da área em cultivo por mais de vinte anos onde o pH mais elevado induziu a uma deficiência de manganês nas plantas de erva-queente. Outro fator seria o curto período para que houvesse efeito sobre a infestação (adaptação das espécies ao novo hábitat), pois como relatam Lorenzi (2000) e Kissmann e Groth (2000) a erva-queente apresenta certa preferência por solos ácidos. Entretanto, a espécie tem boas condições de vegetar em solos de média a boa fertilidade. Portanto, presume-se que a modificação no ambiente ou a redução da acidez, neste caso, afetaria a população desta espécie somente quando outras espécies mais adaptadas dominassem o ambiente e eventualmente suprimissem a erva-queente. É o que enfatiza Lorenzi (2000) em relação a esta espécie: a grande contribuição para a redução de sua infestação está no manejo adequado do solo, na correção da acidez e na melhoria da fertilidade.



Figura 1.5. Plantas de erva-queente (*Spermacoce latifolia*). A) Com crescimento normal em solo ácido, sem calcário (pH = 3,9); e, B) Com crescimento atrofiado em solo no qual se aplicou calcário durante vinte anos (pH = 5,6). Ponta Grossa – PR.

Tabela 1.1. Teor de elementos químicos nas folhas de erva-quente em solo com diferentes níveis de acidez. Ponta Grossa – PR.

Elemento químico (mg kg ⁻¹)	Plantas sem sintoma (solo sem calcário, pH = 3,9)	Plantas com sintoma (solo com calcário, pH = 5,6)
Boro	23,1	28,2
Cobre	12,0	12,0
Ferro	316,0	575,0
Manganês	292,0	18,0
Zinco	76,0	49,0
Alumínio	34,9	13,5

Dentro do escopo de seu trabalho, Santos (2008) também realizou um diagnóstico, junto aos agricultores na região Centro-sul do Paraná, de práticas de manejo de erva-quente e verificou que esta espécie é uma das principais plantas daninhas entre os pequenos produtores de fumo, em razão do sistema de manejo adotado. Verificou ainda, na mesma região, que para os produtores de grãos, denominado sistema de grãos tecnificados, a erva-quente não se constitui problema relevante, em razão da adoção de um sistema de manejo integrado envolvendo sucessões de culturas, plantas de cobertura, manejo da fertilidade do solo e herbicidas específicos aplicados no momento correto. A análise de todos estes resultados nos fazem concluir que é o conjunto de práticas que determina a eficiência no manejo desta espécie e que a alteração de um único fator no ambiente (neste caso a calagem) não é suficiente, a curto prazo, para mantê-la sob controle.

1.3.2. Manejo de samambaia

O experimento foi realizado para estudar o efeito de roçadas, do revolvimento do solo mais roçadas, da aplicação de calcário mais

roçadas e do uso de herbicida (glifosato) no controle de samambaia (*Pteridium arachnoideum*), em Ponta Grossa – PR, em área de campo nativo (pH = 4,0; sat. Al^{3+} = 61%; V = 9,8%; P = 1,3 mg dm^3) (Figura 1.6). Um subtratamento com semeadura de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) também foi avaliado. O revolvimento do solo foi feito no início do estudo com uma aração e gradagem e as roçadas foram realizadas duas vezes ao ano (novembro e fevereiro). Glifosato (5%) era pulverizado diretamente sobre as plantas da samambaia, duas vezes ao ano, na mesma época das roçadas. A aplicação do calcário, na superfície e incorporado, foi feito na dose de 7,0 t ha^{-1} (PRNT = 100%) (no tratamento incorporado aplicou-se meia dose antes da aração e a outra metade antes da gradagem).

O revolvimento do solo reduziu de imediato a brotação da samambaia e as roçadas subsequentes mantiveram baixa a população da espécie (Figuras 1.6 e 1.7).

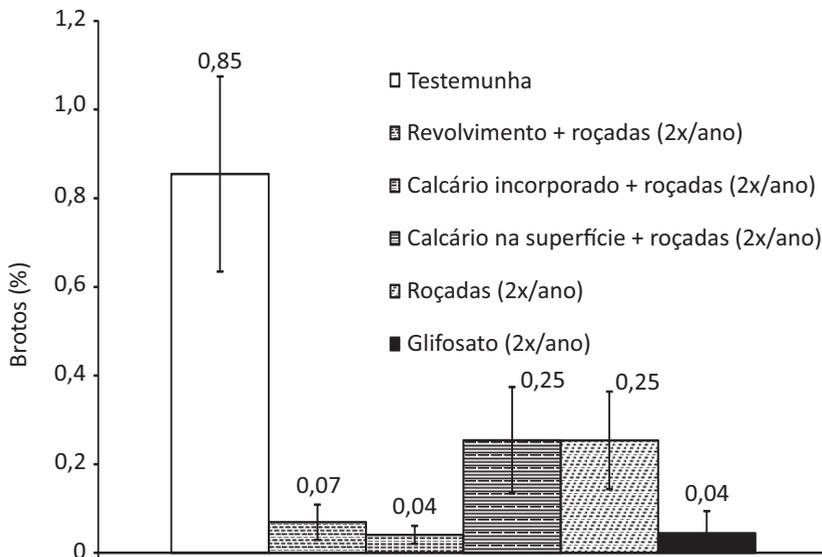


Figura 1.6. Número de brotos de samambaia (*Pteridium arachnoideum*) três anos após o início dos tratamentos. Ponta Grossa – PR.



Figura 1.7. Infestação de samambaia (*Pteridium arachnoideum*). A) Testemunha; e, B) Com calcário incorporado + roçadas + capim-braquiária (*B. decumbens*). Ponta Grossa – PR.

A aplicação de calcário na superfície, no curto prazo de dois anos, não reduziu a população desta espécie quando comparada ao tratamento com somente roçadas. O efeito do calcário incorporado não ficou claro pelo grande efeito do revolvimento na redução dos brotos da samambaia; o mesmo aconteceu com o capim-braquiária, não sendo possível verificar o seu efeito isolado, pois somente se desenvolveu nas áreas com revolvimento. Os resultados dão suporte às observações de Kranz (2019), que relata mitos no meio agrônomo a respeito desta planta. Uma delas refere-se à sua preferência por solos ácidos e pobres. Na realidade, segundo o autor, ela se desenvolve melhor em solos férteis e com pH próximo do neutro, ambientes que raramente infesta porque perde a competição para as demais espécies. Ainda, segundo o autor, nos solos pobres e ácidos a samambaia também se desenvolve muito bem, o que não ocorre com a maioria das outras espécies; não encontrando concorrentes, torna-se dominante. Costa et al. (2016) também observaram

melhor desenvolvimento da samambaia em solo com maior saturação de bases e concluem que a calagem isoladamente não é técnica adequada para o controle da espécie.

O resultado das roçadas está em concordância com o obtido por Ross et al. (2010) em relação ao manejo da samambaia. Os autores afirmam que usando uma dupla estratégia – 1) esgotando as reservas nos rizomas pela repetida eliminação da parte aérea; e, 2) com adicional supressão por uma pastagem altamente competitiva – é possível regenerar pastagens infestadas com samambaia.

O efeito do revolvimento do solo e a constante eliminação da parte aérea explicam a ausência da samambaia em áreas cultivadas e porque é caracterizada como planta daninha infestante de pastagens e áreas não cultivadas, onde não é submetida a frequentes distúrbios.

1.3.3. Flora infestante em áreas de pousio

Em experimento de avaliação do efeito do pousio na alteração da flora infestante na cultura de verão (SKORA NETO; CAMPOS, 2004) avaliou-se o efeito do pousio na composição florística antes da implantação da cultura de verão. Enquanto na área sem pousio [feijão → milheto (*Pennisetum glaucum*) → aveia-preta (*Avena strigosa*)] havia algumas poucas espécies de baixa importância como competidoras, na área com pousio (feijão → pousio outonal → pousio hibernal) se encontravam espécies consideradas de difícil manejo, como buva (*Conyza* spp.), capim-da-roça (*Paspalum urvillei*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e maria-mole (*Senecio brasiliensis*) (Tabela 1.2).

Neste mesmo estudo, durante quatro anos (três anos de efeito dos tratamentos), avaliou-se a população de tiririca (*Cyperus rotundus*) durante o desenvolvimento da cultura de verão (feijão). Houve aumento exponencial da população quando a área era mantida em pousio durante o outono e o inverno e decréscimo exponencial na área mantida com coberturas durante todo o ano; esta redução é resultado da associação do uso do herbicida dessecante antes da semeadura das culturas e a subsequente cobertura do solo pelas plantas (Figuras 1.8 e 1.9).

Tabela 1.2. Plantas daninhas presentes antes da implantação da cultura de verão após três anos de cultivo da área, com e sem pousio. Ponta Grossa – PR.

Tratamento	Cobertura do solo por espécie (%) ¹											
	Buva	Capim-da-roça	Guanxuma	Linhito	Macela	Maria-mole	Nabiça	Orelha-de-urso	Serralha	Tançagem	Outras	Total
Pousio (outono + inverno)	1,2	1,0	9,3	5,8	2,3	0,9	0,6	2,5	2,5	2,3	4,0	30,4
Sem pousio	0,0	0,0	0,0	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	1,1	5,0

¹Estimativa visual da porcentagem de cobertura do solo pelas espécies. Média de três repetições.

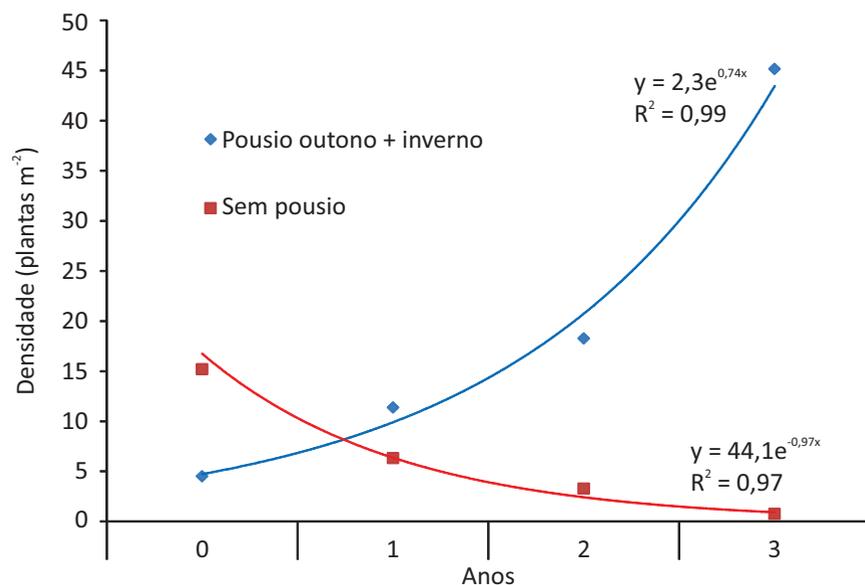


Figura 1.8. Evolução da densidade populacional de tiririca (*Cyperus rotundus*) em área com e sem pousio durante três anos de efeito dos tratamentos. Ponta Grossa – PR.



Figura 1.9. Densidade de plantas daninhas após três anos de efeito dos tratamentos. A) Com pousio; e, B) Sem pousio. Ponta Grossa – PR.

Almeida (1981) também demonstrou maior presença de espécies perenes em plantio direto. Além disso, no mesmo há relato de que períodos de pousio em áreas de plantio direto aumentam ainda mais a presença dessas espécies, reforçando os resultados deste estudo.

Neste caso, a análise dos resultados nos faz concluir que pela modificação do ambiente de pousio para ambiente de cultivo de culturas de cobertura (mais detalhes no Capítulo 4) pode-se substituir ou prevenir a dominância de espécies perenes de difícil controle.

1.4. Considerações Finais

As plantas daninhas possuem características, como outras plantas na natureza, de necessidades específicas para seu desenvolvimento e que lhes conferem vantagem competitiva em relação às demais, determinando sua abundância em determinados habitats. Tais características permitem classificá-las como indicadoras do ambiente onde estão situadas.

A modificação do ambiente pode alterar esta vantagem competitiva e promover o aumento populacional de outras espécies mais adaptadas à nova situação.

No ambiente agrícola é interessante promover mudanças que favoreçam as espécies de maior interesse, neste caso, as culturas, as plantas de coberturas e outras espécies com características funcionais positivas.

As mudanças provocadas em relação à movimentação do solo, fertilidade (pH, matéria orgânica e elementos químicos), sistemas de cultivos, rotações de culturas, plantas de cobertura e outras exercem influência sobre a comunidade de plantas daninhas e podem ser utilizadas para um bom manejo das espécies que a compõem. Algumas dessas mudanças têm efeito mais imediato na alteração da composição florística enquanto em outras o efeito é mais demorado, necessitando de um período de adaptação das espécies ao novo ambiente.

1.5. Referências

- ALMEIDA, F. S. Controle de ervas. *In*: IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Plantio direto no estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 1981. p. 101-144.
- COSTA, D. C. A. *et al.* Resposta de espécies arbóreas e de *Pteridium aquilinum* ao aumento da saturação por bases do solo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 30., 2016, Curitiba. *Anais* [...]. Londrina: SBCPD, 2016. p. 674.
- COUSENS, R.; MORTIMER, M. *Dynamics of weed populations*. Cambridge: University Press, 1995. 332 p.
- HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Campinas, v. 20, p. 183-195, 2008.

HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F.; BERTAN, I.; SILVA, J. A. G.; SCHMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P.; MAIA, L. C.; FONSECA, D. A. R.; REIS, C. E. S. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 28, n. 2, p. 219-228, 2007.

HOLM, L. G.; PLUCKNETT, D. L.; PANCHO, J. V.; HERBERGER, J. P. *The world's worst weeds: distribution and biology*. Hawaii: University Press, 1977. 609 p.

KISSMANN, K. G. *Plantas infestantes e nocivas*. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. t. 1.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. t. 2.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. 2. ed. São Paulo: BASF, 2000. t. 3.

KRANZ, W. M. *Plantas daninhas de pastagens no estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2017.

KRANZ, W. M.; FONSECA JUNIOR, N. S.; PASSINI, T.; MARTINS, N. M. B. *Ocorrência e distribuição de plantas daninhas no Paraná*. Londrina: IAPAR, 2009. 283 p.

LIEBMAN, M.; MOHLER, C. L.; STAVAR, C. *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge: University Press, 2001. 532 p.

LORENZI, H. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. Nova Odessa: Inst. Plantarum de Estudos da Flora, 2000. 608 p.

MEIRELLES, R. L.; RUPP, L. C. (coord.). *Agricultura ecológica: princípios básicos*. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica, 2005. 72 p.

PATTERSON, D. T. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In: DUKE, S. O. (ed.). *Weed physiology: reproduction and ecophysiology*. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 102-129.

PRIMAVESI, A. *Agricultura sustentável*. São Paulo: Nobel, 1992. 142 p.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. M. *Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management*. 3rd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 472 p.

RICCI, M. S. F.; NEVES, M. C. P. (org.). *Cultivo do café orgânico*. 2. ed. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 95 p. (Embrapa Agrobiologia: Sistemas de produção, 2).

SANTOS, J. A. B. *Práticas de manejo de erva-quente (Spermacoce latifolia Aubl.) na região Centro-sul do Paraná*. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C. Plantas daninhas indicadoras de áreas com diferentes níveis de fertilidade química. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. *Anais [...]*. Londrina: SBCPD, 2002. p. 19.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C. Alteração populacional da flora infestante pelo manejo pós-colheita e ocupação de curtos períodos de pousio com coberturas verdes. *Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas Boletim Informativo*, Londrina, v. 10, p. 135, 2004. Suplemento.

COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS

2.1. Introdução

Competição entre plantas é a relação ecológica de concorrência entre indivíduos por recursos do meio. O sucesso de uma espécie em se estabelecer em um ambiente depende da sua capacidade de utilizar os recursos disponíveis. A dominância de uma espécie em um ecossistema advém da sua habilidade competitiva na ocupação de espaço. Em ambientes agrícolas é desejável esta dominância do espaço pela cultura de interesse, a fim de maximizar a produção. Tanto que, nos estudos fitotécnicos de densidade e espaçamento, somente a espécie de interesse é mantida na área. Entretanto, no ambiente agrícola, há a presença de outras espécies que também procuram capturar espaço para sua sobrevivência. O manejo destas espécies, para que não retirem do meio os recursos das plantas cultivadas, constitui-se em desafio constante. Por outro lado, sob o ponto de vista da sustentabilidade dos agrossistemas, a monocultura não é desejável; então, a convivência de plantas cultivadas com diferentes espécies na mesma área torna o manejo de plantas ainda mais desafiador, devido à complexidade das interações.

Em ambientes naturais, ocorre maior diversidade de espécies quando os indivíduos de diferentes espécies conseguem explorar nichos distintos. A forma de exploração ou ocupação dos nichos

agroecológicos pelas plantas determinará maior ou menor convivência entre elas; isto é, se as plantas presentes em uma área estão explorando os recursos do ambiente de forma diferenciada, então elas podem ser complementares, minimizando a competição pelos recursos e, portanto, permitindo maior convivência entre elas.

A complementaridade pode ser no tempo (temporal), no espaço (espacial) ou pela necessidade de recursos (fisiológica). Associar diferentes espécies no meio agrícola sem afetar o rendimento das culturas requer conhecimento de necessidade de recursos das espécies e de ocupação de nichos no tempo e no espaço. Além disso, a presença de uma espécie no ambiente da cultura ainda requer a aplicação do conceito de “funcionalidade”, isto é, quais os benefícios advindos quando da associação das espécies.

A competição entre plantas se dá por luz, água e nutrientes que se encontram no ambiente no qual os indivíduos estão inseridos. Na ocupação do espaço, algumas plantas são mais eficientes em função de algumas características fenotípicas e/ou fisiológicas que lhes garantem vantagem competitiva. Um rápido crescimento da parte aérea, formando uma copa que sombreie rapidamente o solo, favorece a competição por luz; a liberação de substâncias químicas no ambiente (alelopatia), que inibam o desenvolvimento de outras plantas, também é uma característica de plantas com maior capacidade competitiva.

Uma das estratégias para melhor ocupação do espaço é aumentar a densidade de plantas na área; estratégia que funciona com plantas de cobertura quando queremos rápida ocupação do terreno. Para plantas cultivadas, os parâmetros fitotécnicos de espaçamento e densidade não permitem muita alteração, portanto, os estudos de competição visam, primordialmente, definir o efeito das espécies de plantas

daninhas, de sua densidade e do período de convivência possível nas culturas de interesse econômico.

2.2. Estudos de Competição

Quando se avalia o efeito da competição de uma espécie de planta daninha convivendo com uma cultura todo o ciclo, a curva de resposta da queda de rendimento dessa cultura em função do aumento da densidade da planta daninha é uma curva hipérbole retangular (Figura 2.1) (COUSENS, 1985). Este tipo de estudo indica a capacidade competitiva da espécie convivendo com a cultura durante todo o ciclo e os trabalhos mostram que as espécies apresentam diferentes habilidades competitivas (COBLE; MORTENSEN, 1992; VOLL et al., 2002). Nesse modelo, somente em baixíssima densidade seria possível a convivência com as plantas daninhas sem afetar o rendimento ou alcançar o nível de dano econômico (NDE), no qual o custo de controle de plantas daninhas é maior que o prejuízo no rendimento.

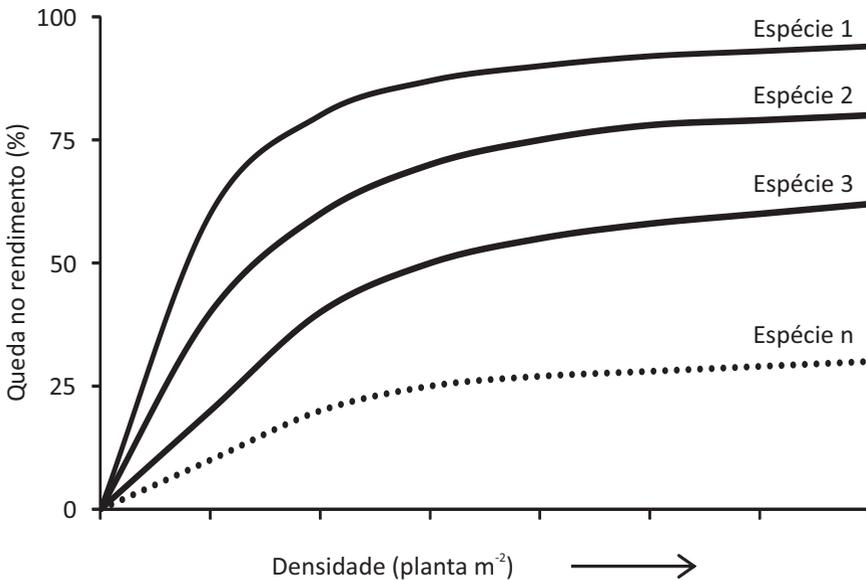


Figura 2.1. Curva hipérbole retangular da relação entre a densidade de plantas daninhas e a queda no rendimento de uma cultura.

No entanto, não só a densidade das plantas daninhas influencia no rendimento. A perda no rendimento também é função do tipo de cultura (com maior ou menor capacidade competitiva), das práticas de manejo e da época de emergência das plantas daninhas em relação à cultura (VOLL et al., 2005).

Em situações de culturas com maior capacidade competitiva e manejo adequado, e ainda, com a presença de espécies de plantas daninhas menos competitivas ou com emergência mais tardia, outra abordagem, como a descrita por Vidal e Portugal (2010), de uma relação sigmoideal (também chamada logística) (Figura 2.2) mostra-se mais adequada. Neste caso, é possível a convivência da cultura com plantas daninhas em baixa densidade. Esse tipo de relação é interessante quando se pretende intercalar alguma espécie com a cultura ou para a definição de estratégias de controle quando a situação de infestação da área é bastante baixa.

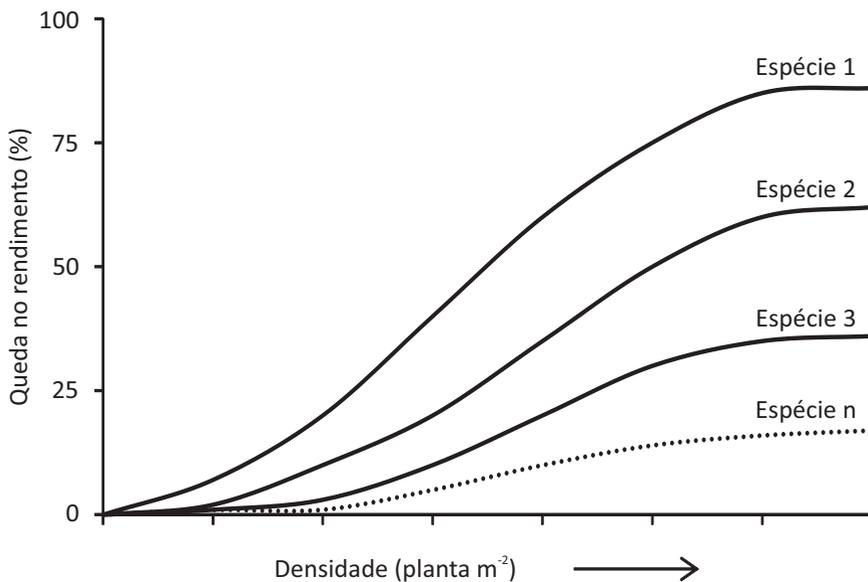


Figura 2.2. Curva logística da relação entre densidade de plantas daninhas com baixa habilidade de competição e/ou que emergem mais tardiamente e queda no rendimento de uma cultura com alta capacidade competitiva.

Nos dois casos (Figuras 2.1 e 2.2), quando se procura maior convivência entre plantas, o ideal são situações que conduzam a uma relação que se aproxime da linha pontilhada no gráfico, ou seja, mais próxima ao eixo x.

Vidal e Portugal (2010) citam, ainda, que nas lavouras a quantidade de plantas infestantes comumente é muito elevada e superior ao NDE, sempre exigindo alguma operação de controle. Maxwell e O'Donovan (2007) acrescentam, também, que a adoção do conceito de NDE é limitada, devido ao risco de deixar as plantas daninhas sem controle, por implicar na produção de sementes e aumento no banco de sementes em anos subsequentes.

Considerando, então, que alguma medida de controle sempre será necessária e, de acordo com o observado por Portugal (2010) em um estudo de competição, que o efeito do tempo de convivência é mais acentuado do que a densidade de infestação, a definição do período de convivência e, como consequência, da época de controle assume grande importância no manejo das plantas daninhas.

A nomenclatura dos períodos de convivência entre plantas daninhas e cultivadas proposta por Pitelli e Durigan (1984) é utilizada até os dias atuais (Figura 2.3).

Durante o ciclo da cultura, ocorre um período inicial quando ainda não ocorre competição, denominado de Período Anterior à Interferência (PAI); como as plantas se encontram em fase inicial de crescimento a quantidade de recursos (luz, água e nutrientes) não é limitante.

Outro período é o Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI); a partir do final desse período as plantas daninhas que emergirem não causarão mais perdas no rendimento da cultura. Neste caso, ao final desse período, as plantas cultivadas estarão suficientemente desenvolvidas para restringir o acesso das plantas daninhas jovens aos recursos do meio.

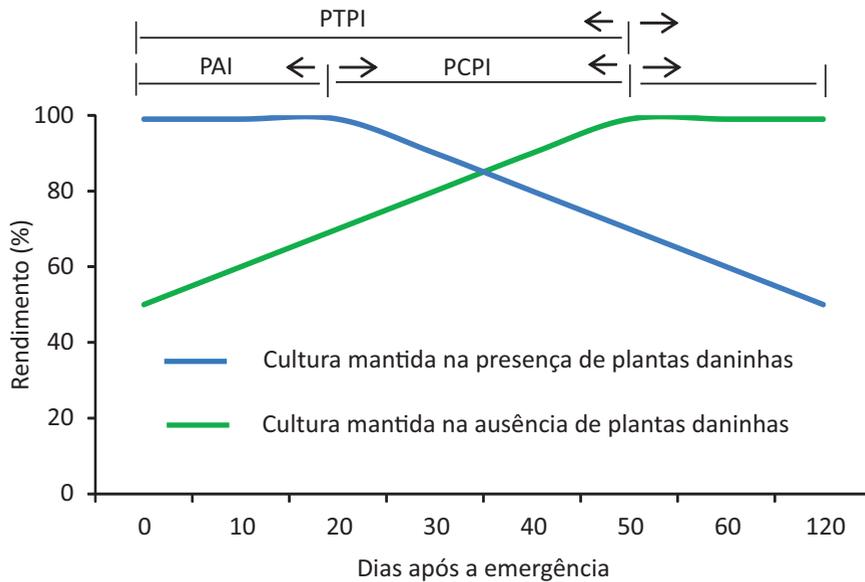


Figura 2.3. Representação esquemática de diferentes períodos determinados em estudos de competição. PAI (Período Anterior à Interferência), PTPI (Período Total de Prevenção da Interferência) e PCPI (Período Crítico para Prevenção da Interferência).

O intervalo entre esses dois períodos determina o Período Crítico para Prevenção da Interferência (PCPI), que é o período em que a cultura deve ficar livre da presença de plantas daninhas.

Em estudos de competição, os pesquisadores determinam a duração desses períodos de forma a orientar a melhor época para realizar as medidas de controle em uma cultura. Analisando os inúmeros trabalhos já realizados e a concepção teórica envolvida na convivência entre espécies, verifica-se que não existem períodos fixos para cada cultura; o grande número de variáveis (espécies presentes, densidade e arranjo populacional, fertilidade, clima e outras) que interferem na duração desses intervalos somente permitem generalizações como:

- Culturas que demoram mais para “fechar” (a copa cobrir o terreno) tem um PTPI maior que o de plantas com crescimento rápido e que “fecham” o terreno mais cedo

e, portanto, devem permanecer na ausência de plantas daninhas durante um período de tempo maior;

- Na presença de plantas daninhas pouco competitivas e/ou em baixa densidade ou com emergência mais tardia, o PAI é maior e permite retardar a operação de controle; e,
- Em culturas competitivas que fecham rapidamente o terreno e na presença de plantas daninhas pouco competitivas e/ou em baixa densidade ou com emergência mais tardia, o PAI pode ser maior que o PTPI, deixando de existir um período em que a cultura deve permanecer sem a presença de plantas daninhas (PCPI); ocorre, então, um intervalo de tempo (período de controle - PC) entre o PTPI e o PAI, em que é possível realizar as operações de controle sem que haja perdas no rendimento (Figura 2.4).

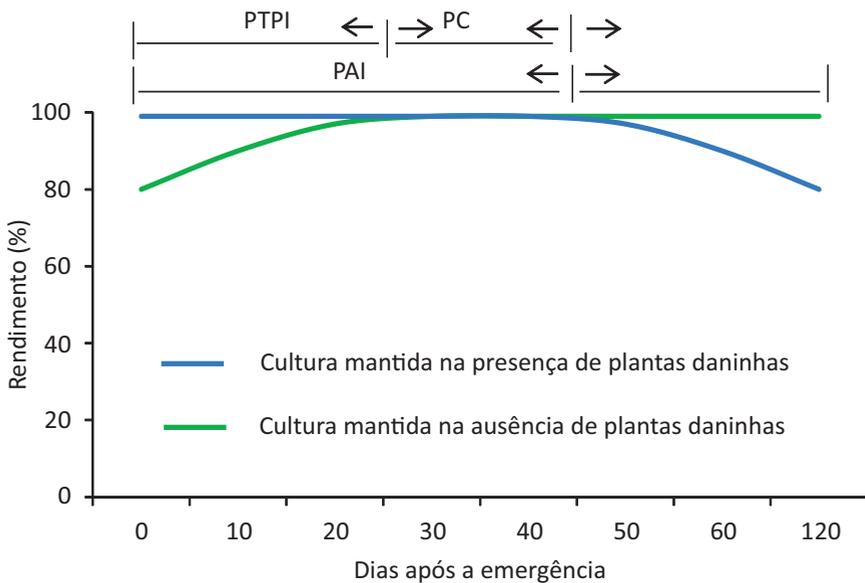


Figura 2.4. Representação esquemática dos diferentes períodos em condições de culturas competitivas e plantas daninhas pouco competitivas e/ou em baixa densidade ou com emergência tardia. PAI (Período Anterior à Interferência), PTPI (Período Total de Prevenção da Interferência) e PC (Período de Controle).

Portanto, a adoção de medidas que favorecem o desenvolvimento das plantas cultivadas e o fechamento mais rápido do terreno é uma estratégia eficiente na convivência com as plantas daninhas. Aliada à presença de plantas infestantes menos competitivas e/ou em baixa densidade, pode-se retardar o controle como em condições adversas que não permitiriam executar medidas de controle, como excesso de chuvas, por exemplo, para quando as condições forem mais favoráveis, sem afetar o rendimento. Na agricultura orgânica, na qual o método de controle é basicamente manual ou mecânico, tem-se maior tempo de convivência entre as espécies e maior facilidade no controle.

2.3. Resultados Experimentais

2.3.1. Indicadores morfológicos da cultura na determinação do início da competição

Estudaram-se em soja e milho caracteres morfológicos para tentar definir o início da competição antes do início da queda do rendimento da cultura, ou seja, verificar qual atributo morfológico seria mais afetado pelo início da competição e se haveria, ainda, recuperação da planta após a retirada da competição, sem afetar o rendimento da cultura.

Em soja (cv. BRS 156), estudou-se a produção de matéria verde da parte aérea, o número de trifólios, o número de nós e a altura de plantas. A produção de matéria verde e o número de trifólios foram os melhores indicadores do início da interferência das plantas daninhas com a soja, pois seus valores foram reduzidos antes do rendimento da soja ser afetado e as plantas de soja se recuperaram do efeito inicial da competição das plantas daninhas após a eliminação das mesmas (SKORA NETO, 2004). O número de trifólios foi a melhor variável prática para identificar com antecedência a ocorrência de

competição, por ser de fácil mensuração no campo (Figura 2.5). Os dados de redução de ambos, rendimento e número de trifólios, foram ajustados com a equação de Gompertz: $y = a \cdot \exp(-\exp(b-c \cdot x))$.

Em milho (cv. IPR 164), avaliou-se a altura das plantas, o diâmetro do caule e o número de folhas. A redução dos valores dos caracteres morfológicos avaliados coincidiu com o início da redução do rendimento da cultura, isto é, com o início da interferência das plantas daninhas sobre o milho. Portanto, os caracteres morfológicos avaliados não foram apropriados como indicadores para identificar com antecedência o início da competição (Figura 2.6) (SKORA NETO, 2003).

Os dados de redução de ambos, rendimento e altura de plantas, também foram ajustados com a equação de Gompertz. Ao contrário da soja, as plantas de milho não foram capazes de se recuperar do efeito inicial da competição das plantas daninhas.

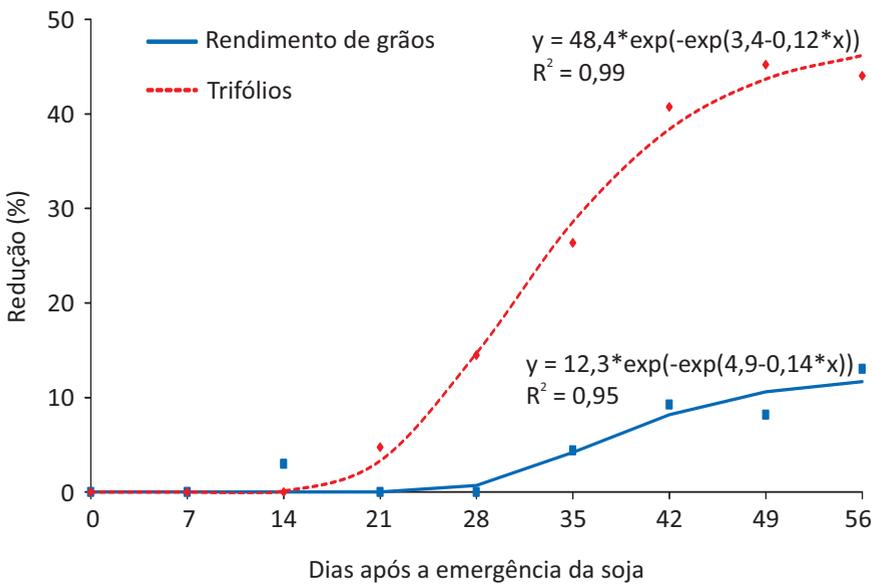


Figura 2.5. Redução no rendimento de grãos e no número de trifólios das plantas de soja em convivência com as plantas daninhas em relação às sem convivência.

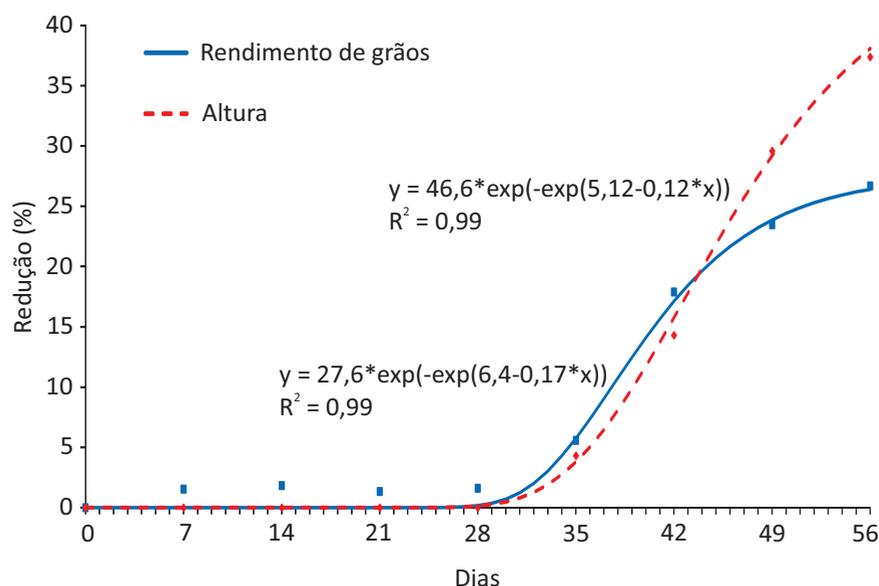


Figura 2.6. Redução no rendimento de grãos e na altura das plantas de milho em convivência com as plantas daninhas em relação às sem convivência.

Em outras áreas de conhecimento, como entomologia e fitopatologia, é comum utilizar parâmetros que definem o momento de se efetuar o controle da praga ou da doença. Por exemplo, para o controle de insetos-praga utiliza-se como parâmetros o número de indivíduos por área ou nível de desfolha para determinar a necessidade de controle; no controle de doenças é recomendado o uso de limiar de ação (LA) ou limiar de dano econômico (LDE), baseado na intensidade da doença. Na ciência das plantas daninhas há dificuldade em se definir o início do processo de competição; a decisão do momento de iniciar o controle tem sido baseada na experiência do técnico e do agricultor. O uso de parâmetros morfológicos da cultura que permitissem identificar com antecedência o início da competição poderia contribuir para decisões mais técnicas no controle das plantas daninhas.

Estes estudos indicam que plantas de soja são capazes de se recuperar de um estresse inicial causado pela competição de outras plantas, ao contrário do milho, para o qual os efeitos foram irreversíveis. O fato de a massa verde e o número de trifólios serem possíveis indicadores do início da interferência e serem potencialmente utilizados como indicadores para início do controle das plantas daninhas na cultura da soja encontra limitações de ordem prática para sua adoção; a variabilidade dos fatores que influenciam a competição dentro da área de lavoura e a necessidade de manter áreas testemunhas sem a presença de plantas competidoras exige grande número de pontos de comparação, restringindo a sua praticabilidade. Outras formas mais práticas de avaliar a interferência entre espécies devem ser consideradas e melhor estudadas, como o uso da cobertura do solo pelas plantas estudado por Passini et al. (2002), de mais fácil mensuração no campo por meio de imagens.

2.3.2. Influência da densidade de plantas daninhas na duração do Período Anterior à Interferência (PAI)

O objetivo do estudo foi verificar se o PAI sofre alteração em diferentes densidades de plantas daninhas; isto é, se baixas infestações permitem maior convivência das plantas daninhas com a cultura (SKORA NETO et al., 2010).

Os tratamentos foram níveis de densidade das plantas daninhas na cultura do feijoeiro: alta e baixa infestação. Procurou-se obter diferentes densidades das mesmas espécies em uma mesma área; alta infestação se refere à parcela em que ao longo de cinco anos proporcionaram-se condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas daninhas e sua frutificação com consequente aumento do banco de sementes; baixa infestação refere-se às parcelas em que a frutificação das plantas daninhas ao longo de cinco anos foi mantida sob controle. Os tratamentos de subparcela foram os períodos de convivência das plantas daninhas com a cultura do feijão: 0 a 15, 0 a 30, 0

a 45 e 0 a 60 dias após a emergência (DAE) do feijão, e testemunhas com e sem convivência durante todo o ciclo. As plantas daninhas predominantes foram capim-colchão (*Digitaria ciliaris*), tiririca (*Cyperus rotundus*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e corda-de-viola (*Ipomoea triloba*). A média do total da densidade no tratamento com alta infestação foi de 148 plantas m^{-2} e, com baixa infestação, de 13 plantas m^{-2} . Avaliou-se o efeito das duas densidades de plantas daninhas no rendimento da cultura do feijoeiro (cv. IPR Galha).

A perda total no rendimento do feijoeiro foi de 61,0% e de 8,8% para alta e baixa infestação, respectivamente, quando em convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. Além do efeito das densidades das plantas daninhas no grau de interferência, verificou-se, também, que o PAI foi alterado; para a alta infestação, foi inferior a 15 dias e, na baixa infestação, foi de 30 dias (Figura 2.7).

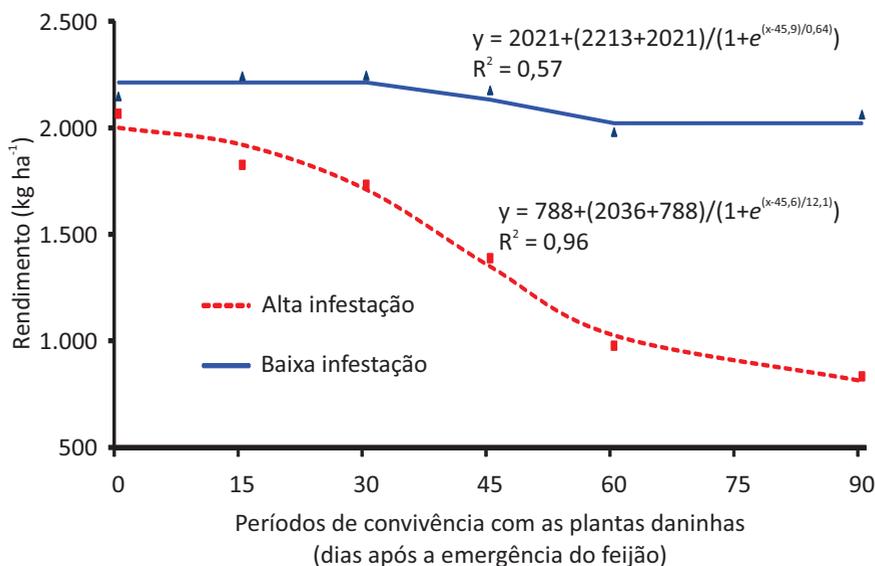


Figura 2.7. Grau de interferência de diferentes densidades de plantas daninhas no rendimento do feijoeiro e na duração do PAI. Ponta Grossa – PR.

Estes resultados confirmam a concepção teórica envolvida na convivência entre espécies, de que não existem períodos fixos para cada cultura; o grande número de variáveis (espécies presentes, densidade e arranjo populacional, fertilidade e clima, dentre outras) interfere na duração dos intervalos dos períodos de convivência entre culturas e plantas daninhas. Estes resultados também podem ser extrapolados para relações entre espécies em sistemas de consorciação.

2.3.3. Influência da densidade de plantas daninhas na eficácia de métodos de controle

O objetivo deste estudo foi verificar se haveria diferença na eficácia de métodos de controle em diferentes densidades de plantas daninhas; isto é, se a eficiência seria a mesma para controlar poucas ou muitas infestantes (SKORA NETO; CAMPOS, 2004).

O controle manual (capina), herbicida em uma aplicação de meia dose da recomendada [(fluazifop + fomesafen) + bentazon – (100 + 150) + 360 g i.a. ha⁻¹] e herbicida na dose recomendada (aplicação sequencial – 2x meia dose) foram avaliados em duas densidades de plantas daninhas (alta: 180 plantas m⁻²; e, baixa: 9 plantas m⁻²) na cultura do feijoeiro. As plantas daninhas presentes foram amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-colchão (*Digitaria ciliares*), tiririca (*Cyperus rotundus*), corda-de-viola (*Ipomoea triloba*) e guanxuma (*Sida rhombifolia*). No tratamento com alta densidade, a predominância era de amendoim-bravo. A diferença na densidade das parcelas foi obtida após três anos do efeito dos tratamentos nas áreas com e sem pousio (ver Subcapítulo 1.3.3).

Na avaliação aos 60 dias após a emergência da cultura, em baixa infestação, todas as medidas de controle proporcionaram controle excelente das plantas daninhas; em alta infestação, ao contrário, o controle foi deficiente (Figura 2.8). No caso da capina manual, além do controle menor, ainda o tempo gasto na operação (256 horas ha⁻¹) foi

maior que na área com baixa densidade (67 horas ha^{-1}). Além da eficácia de controle dos tratamentos ser menor, a pressão de reinfestação também foi mais intensa na área com maior infestação.

Este efeito da densidade já tinha sido observado por alguns autores com herbicidas aplicados no solo (HARTZLER; ROTH, 1993; SCHUTTE; CUNNINGHAM, 2015; MARTIN; NAMUTH, 2017) que relatam a importância de se considerar a densidade das plantas daninhas além de outros fatores como textura do solo, matéria orgânica e pH na eficácia dos herbicidas. Dieleman et al. (1999) também observaram menor controle em altas densidades de plantas daninhas (*Abutilon theophrasti* e *Helianthus annuus*) com herbicida em pós-emergência (bentazon). Aparentemente, tanto com herbicidas aplicados no solo como em pós-emergência, quando em altas densidades, algumas plantas acabam absorvendo menor quantidade do produto.

Estes resultados evidenciam a maior dificuldade no controle das plantas daninhas em altas infestações.

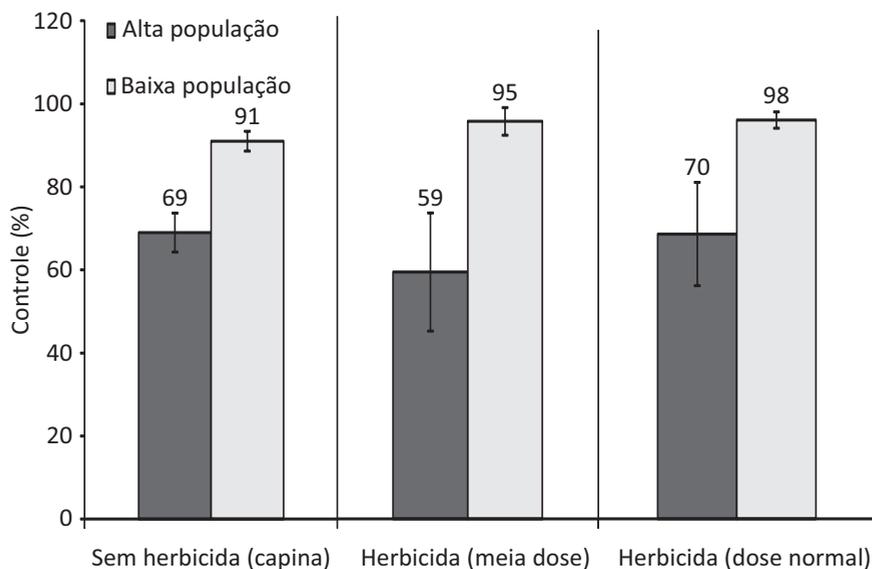


Figura 2.8. Controle de plantas daninhas em alta e baixa infestação de plantas daninhas. Ponta Grossa – PR.

2.4. Considerações Finais

Ainda não é possível, com os resultados obtidos, de forma prática, extrapolar para as lavouras a definição do início, fim ou intensidade da interferência das plantas daninhas nas cultivadas e, como consequência, ainda não é possível orientar mais precisamente a necessidade e as épocas mais adequadas de medidas de controle. Os resultados, porém, nos permitem indicar que estratégias para o manejo de plantas daninhas nas culturas ou para encontrar o equilíbrio em sistemas de consorciação ou intercalação de culturas e plantas de cobertura, que permitam convivência mais harmoniosa, devem considerar a densidade populacional e o período de convívio das espécies envolvidas como fundamental na relação de competição dos recursos entre elas. Ainda, o uso de cultivos consorciados tem sido mais frequente e estudos que ajudam a entender o comportamento das espécies quando em convivência são úteis para definir as melhores formas de condução desses sistemas.

2.5. Referências

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

COBLE, H. D.; MORTENSEN, D. A. The threshold concept and its application to weed science. *Weed Technology*, Champaign, v. 6, p. 191-195, 1992.

COUSENS, R. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, Warwick, v. 107, p. 239-252, 1985.

BRACCINI, A. L. Banco de sementes e mecanismo de dormência em sementes de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.;

CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 36-66.

DIELEMAN, J. A.; MORTENSEN, D. A.; MARTIN, A. R. Influence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and common sunflower (*Helianthus annuus*) density variation on weed management outcomes. *Weed Science*, Champaign, v. 47, p. 81-89, 1999.

HARTZLER, R. W.; ROTH, G. W. Effect of prior year's weed control on herbicide effectiveness in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, Champaign, v. 7, p. 611-614, 1993.

LIEBMAN, M.; MOHLER, C. L.; STAVER, C. P. *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 532 p.

MARTIN, A. R.; NAMUTH, D. M. *Practical applications of herbicide physiology*. Lincoln: Plant and Soil Sciences eLibrary, 2017.

Disponível em: <http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1030652583&topicorder=4&maxto=5&minuto=1>. Acesso em: mar. 2017.

MAXWELL, B. D.; O'DONOVAN, J. T. Understanding weed-crop interactions to manage weed problems. In: UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW R. R. (ed.) *Nonchemical weed management: principles, concepts and technology*. Oxfordshire: CAB International, 2007. p. 17-33.

PASSINI, T.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DOURADO NETO, D. Modelos empíricos de predição de perdas de rendimento da cultura de feijão em convivência com *Brachiaria plantaginea*. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 181-187, 2002.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e

bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. *Resumos [...]*. Piracicaba: SBHEPD, 1984. p. 37.

PORTUGAL, J. Nível crítico de dano (NCD) de infestantes na cultura do tomate de indústria. In: VIDAL, R. A. et al. *Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais*. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 57-71.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GUERSA, C. M. *Ecology of weeds and invasive plants*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 454 p.

SCHUTTE, B. J.; CUNNINGHAM, A. Tall morningglory (*Ipomoea purpurea*) seedbank density effects on pendimethalin control outcomes. *Weed Technology*, Champaign, v. 29, p. 844-853, 2015.

SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SKORA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 81-87, 2003.

SKORA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos de soja como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. *Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*. Boletim Informativo, Londrina, v. 10, p. 40, 2004.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C.; HORSZYN, D. Interação entre densidade e período de convivência de plantas daninhas no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. *Anais [...]*. Londrina: SBCPD, 2010. p. 775-779.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C. Alteração populacional da flora infestante pelo manejo pós-colheita e ocupação de curtos períodos de pousio com coberturas verdes. *Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*. Boletim Informativo, Londrina, v. 10, p. 135, 2004.

SWANTON, C. J.; WEAVER, S.; COWAN, P.; VAN ACKER, R.; DEEN, W.; SHRESHTA, A. Weed Thresholds: theory and applicability. In: BUHLER, D. D. (ed.). *Expanding the context of weed management*. New York: The Haworth Press, 1999. p. 9-29.

TAYLOR, K. L.; HARTZLER, R. G. Effect of seed bank augmentation on herbicide efficacy. *Weed Technology*, Champaign, v. 14, p. 261-267, 2000.

UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW, R. R. (ed.) *Nonchemical weed management: principles, concepts and technology*. Oxfordshire: CAB International, 2007. 239 p.

VIDAL, R. *Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição*. Porto Alegre: Ribas Vidal, 2010. 130 p.

VIDAL, R. A.; PORTUGAL, J.; SKORA NETO, F. *Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais*. Porto Alegre: EVANGRAF, 2010. 132 p.

VIDAL, R. A.; PORTUGAL, J. Formas de cálculo de nível crítico de dano (NCD) de infestantes. In: VIDAL, R. A. et al. *Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais*. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 13-19.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. A. M.; ADEGAS, F. S. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 17-24, 2002.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUDÊNCIO, C. A.; VOLL, C. E. *A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 85 p. (Documento, 260).

ZIMDAHL, R. L. *Weed-crop competition: a review*. 2nd ed. Ames: Blackwell Publishing, 2004. 220 p.

DORMÊNCIA E LONGEVIDADE DE SEMENTES

3.1. Introdução

3.1.1. Dormência

Dormência é um inteligente mecanismo de defesa desenvolvido pelas plantas para preservar a espécie. É a capacidade que as sementes possuem de não germinar mesmo que as condições sejam favoráveis. Esta é uma das principais características das plantas daninhas e o que torna difícil a sua erradicação de uma área.

Esse mecanismo evita que todas as sementes germinem simultaneamente, garante fluxos de emergência que as protegem contra condições adversas e assegura a sobrevivência das espécies; também evita que as sementes germinem na planta-mãe na maturação. É especialmente crítico em espécies anuais, pois para estas as sementes representam a única ligação entre suas gerações.

A dormência de sementes ocorre nas formas primária e secundária. A primária se desenvolve na semente ainda na planta-mãe e permanece após sua dispersão. A secundária se desenvolve após sua dispersão em condição desfavorável à germinação, em semente não dormente ou naquela cuja dormência primária foi superada.

O tipo e o nível de dormência são determinados por fatores genéticos e ambientais, não só durante o desenvolvimento da planta-mãe, mas também durante e após a maturação das sementes. Ainda, sementes oriundas de diferentes posições na planta-mãe podem apresentar diferentes níveis de dormência.

O fato de uma semente não germinar não significa que esteja dormente, mas que não germina devido às condições ambientais desfavoráveis à sua germinação (umidade, temperatura, luz e oxigênio), o que se denomina estado de quiescência.

De maneira geral a dormência é classificada em:

- Fisiológica;
- Morfológica;
- Morfofisiológica;
- Física; e,
- Química.

3.1.1.1. Tipos de dormência

3.1.1.1.1. Dormência fisiológica

A dormência fisiológica é causada por mecanismos fisiológicos de inibição do embrião, que impedem a emergência da radícula. Pode ser encontrada em diferentes níveis de intensidade entre as espécies.

Na dormência fisiológica leve ou superficial, as sementes maduras frescas não germinam ou germinam somente em estreita faixa de temperatura. Embriões retirados das sementes crescem normalmente, resultando em plântulas normais. Em algumas espécies, é quebrada por períodos relativamente curtos de estratificação a frio. Também é superada em sementes armazenadas em ambiente seco à temperatura ambiente, embora o tempo necessário seja comumente superior à estratificação a frio. Em outras espécies, a dormência fisiológica leve é superada pela exposição a altas temperaturas. Pode também ser quebrada por compostos químicos, como nitrato de potássio, tiouréia, cinetina, etileno e giberelinas. Nessa categoria, também se enquadram sementes com necessidade de luz para germinar.

O ácido abscísico (ABA), como inibidor, e o ácido giberélico (GA), como estimulador, regulam o processo de início da germinação; a embebição, entrada de oxigênio, substâncias químicas, luz e outros

fatores servem como sinalizadores para desencadear os processos metabólicos, os quais levam à diminuição de ABA, elevação de GA e ativação de enzimas, por exemplo (Figura 3.1).

Nas dormências fisiológicas mais intensas ou profundas, embriões (completamente desenvolvidos) retirados das sementes não se desenvolvem ou produzem plântulas anormais. A estratificação a frio por longos períodos tem sido a única forma de superar este tipo de dormência. Os compostos químicos não têm mostrado efeito na quebra da dormência nestas sementes.

A dormência fisiológica leve é a mais comum para a maioria das espécies de plantas daninhas. Nela, ocorre a interação entre o embrião e os efeitos inibitórios de estruturas de cobertura (endosperma, tegumento, pericarpo e brácteas – lema e pálea) e as possíveis causas são:

- Baixa permeabilidade das coberturas do embrião ao oxigênio: não está claro o papel das coberturas na restrição de acesso do oxigênio ao embrião. Algumas evidências apontam que as estruturas podem restringir o movimento do oxigênio para o embrião pela presença de compostos químicos (por exemplo, compostos fenólicos) que fixam o oxigênio por oxidação. Nestes casos, quando a cobertura do embrião é removida ou fendida, aumenta a porcentagem de germinação;
- Estruturas de cobertura regulam substâncias inibidoras: a hipótese é que as estruturas de cobertura podem impedir a lixiviação de inibidores presentes no embrião; inibir ou retardar a entrada de oxigênio que poderia desativar os inibidores ou, ainda, elas mesmas podem conter substâncias inibidoras;
- Restrição física ao crescimento do embrião: as estruturas de cobertura do embrião (notadamente o endosperma) funcionariam como restrição mecânica ao crescimento

do embrião. Somente ocorre germinação quando a força requerida para atravessar o endosperma é maior que a resistência da estrutura de cobertura. A resistência pode ser diminuída por processos metabólicos durante o início do processo de germinação. As sementes devem ser embebidas e colocadas em períodos apropriados de temperatura e luz ou outro processo de quebra de dormência que levam à produção de algum sinal pelo embrião para que as enzimas no endosperma sejam sintetizadas ou ativadas para a ruptura do endosperma.

3.1.1.1.2. Dormência morfológica

A germinação não ocorre porque, na maturação da semente, o embrião não está totalmente desenvolvido (morfológicamente não está maduro). O amadurecimento do embrião ocorre após a separação da planta-mãe e o tempo para total desenvolvimento depende das condições de temperatura e umidade, requerimento variável entre as espécies. Algumas espécies podem apresentar simultaneamente dormência morfológica e fisiológica.

3.1.1.1.3. Dormência morfofisiológica

O embrião não totalmente desenvolvido tem também dormência fisiológica. Duas coisas devem acontecer para a semente germinar: o embrião deve ter seu desenvolvimento total e a dormência fisiológica do embrião deve ser quebrada.

3.1.1.1.4. Dormência física

A razão primária para a falta de germinação é a impermeabilidade da cobertura da semente à água. A impermeabilidade, na maioria dos casos, está associada à presença de uma ou mais camadas de

células paliçádicas impermeáveis. A maioria das espécies com sementes impermeáveis tem embrião não dormente, mas algumas espécies podem ter coberturas impermeáveis e também dormência fisiológica.

3.1.1.1.5. Dormência química

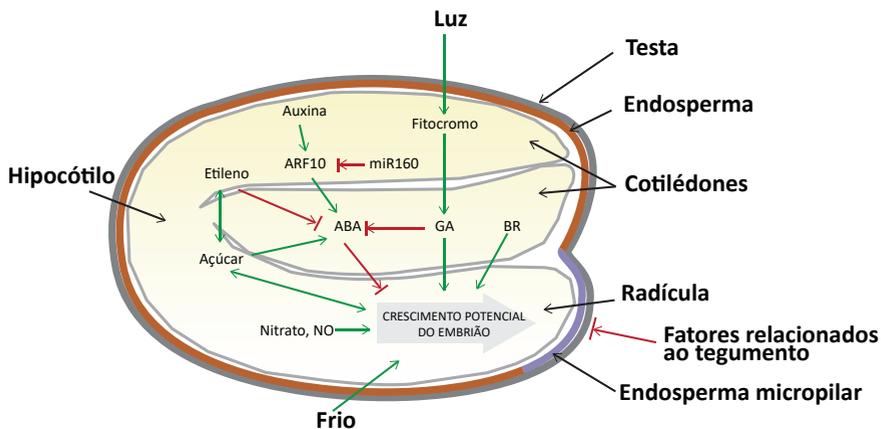
Na dormência química, a semente não germina devido à presença de substâncias inibidoras nos envoltórios. A dormência química é quebrada pela remoção das estruturas que revestem a semente ou lixiviação dos compostos químicos.

3.1.1.2. Dormência cíclica

As sementes agem como sensores ambientais e ajustam sua resposta aos estímulos externos para germinar em condições mais propícias ao seu desenvolvimento. Essa característica lhes permite evitar estações e condições desfavoráveis do ano, germinando somente quando as condições se mostram adequadas e com possibilidade de assim permanecerem até a planta completar seu ciclo reprodutivo. A semente de muitas espécies possui mecanismo de quebra de dormência em duas fases. Na primeira (dormência primária) é necessário que passe por determinada condição que a libere para uma segunda fase (dormência secundária) de sensibilidade a alguns sinais externos. A quebra de dormência da semente na primeira fase não garante que a semente germinará.

A quebra de dormência em duas fases ocorre em sementes com dormência fisiológica, morfológica, morfofisiológica e química, e recebe a denominação de dormência cíclica. Significa que a semente deve passar por uma fase de ruptura do envoltório, maturação do embrião e/ou lixiviação das substâncias químicas inibidoras para, somente então, responder a estímulos que permitem a ela perceber se as condições estão favoráveis para iniciar o processo de germinação (profundidade adequada, temperatura, umidade e presença de outras plantas competidoras).

A primeira fase (temporal) impede que as sementes germinem imediatamente após a maturação e permite que passem incólumes por períodos desfavoráveis (muito quente ou muito frio e estações secas); estes sinais climáticos (temperatura e umidade) durante esta fase e outros fatores temporais podem quebrar a dormência primária e preparar a semente para a fase seguinte (espacial), quando responderá aos sinais mais imediatos, se pode ou não germinar (dependendo de como ela está situada no ambiente à sua volta). Acontece que, se a dormência da primeira fase for quebrada e as condições do meio não se mostrarem favoráveis, a semente passará por processos metabólicos que regularão os mecanismos de controle de germinação.



Fonte: Adaptada de Bentsink e Koornneef (2008).

Figura 3.1. Representação esquemática dos processos de controle de dormência e germinação de sementes de *Arabidopsis*. A semente de *Arabidopsis* é caracterizada pelo embrião com dois cotilédones e uma única camada de endosperma. Os promotores de germinação são indicados pelas setas verdes e os fatores inibidores pelas setas vermelhas [ABA: ácido abscísico (fitormônio); ARF: fator de transcrição de resposta à auxina (proteína); BR: brasinoesteróides (fitormônio); miR: microRNA ou RNA de interferência → reguladores de expressão gênica (inibição); NO: óxido nítrico; GA: giberelina (fitormônio)].

A semente pode, por exemplo, sofrer embebição e não germinar em condições desfavoráveis; esses processos de controle de germinação envolvem reações metabólicas ativas no endosperma ou no embrião, o que pode afetar o vigor da semente, reduzindo sua longevidade.

3.1.1.3. Ciclo de sensibilidade

Em sementes com dormência física (sementes duras), com tegumento impermeável à água, a partir do momento em que há ruptura do tegumento, a semente está em condições de germinar e o processo é irreversível. Há estudos que demonstram que nesse tipo de semente há um mecanismo de regulação que funciona como “válvula” na região do hilo/micrópila que monitora a condição ambiental. Estas estruturas passam por processos reguladores por meio de estímulos externos (temporal) e são responsáveis por tornar a semente sensível a fatores externos mais imediatos (espacial), podendo passar da fase sensível a insensível e vice-versa, de acordo com as condições ambientais (ciclo de sensibilidade), à semelhança do que ocorre com as sementes com dormência fisiológica. Somente após passar por determinadas condições ambientais, a “válvula” assume uma configuração que torna a semente sensível a sinais ambientais e permite à semente absorver água e romper o tegumento (opérculo) para iniciar o processo de germinação; a partir desse momento de ruptura, o processo é irreversível. Se estas condições (umidade e temperatura) não ocorrerem, não há o rompimento do tegumento (opérculo) e a “válvula” volta ao estado original de insensível.

Este sistema tem algumas vantagens em relação ao de dormência cíclica em sementes com dormência fisiológica. Nas sementes duras, a entrada de água (embebição) somente ocorrerá quando a semente estiver sensível e ocorrer ruptura do tegumento, portanto, antes deste processo, a umidade no interior da semente sempre ficará com baixo teor, o que garante a maior preservação dos elementos internos, garantindo o vigor e maior longevidade das sementes.

3.1.2. Longevidade das sementes

Sementes são órgãos propagativos formados durante o ciclo reprodutivo sexual das plantas, consistindo de um envoltório acercando um embrião e substâncias de reserva. São organismos vivos que continuam a ter processos metabólicos, embora em ritmo mais lento, durante esta fase de latência.

Dois tipos de semente ocorrem na natureza: as impermeáveis à água e as que a absorvem. Em muitas espécies, foi observado que sementes dormentes quando embebidas exibem taxa de respiração semelhante às não dormentes. Esta atividade metabólica, embora em nível muito baixo, promove degeneração das substâncias e estruturas intracelulares, fazendo com que as sementes percam vigor ao longo do tempo; entretanto, as sementes têm um sistema de reparo das estruturas celulares danificadas (autorregeneração) o que lhes confere maior longevidade, mas é limitado pelas situações de estresse que a semente passa durante sua vida. A manutenção do genoma e de proteínas, pela presença de antioxidantes e agentes reparadores, são geneticamente regulados, daí a variação de longevidade entre espécies e mesmo entre indivíduos.

Algumas clássicas citações de sementes que permanecem viáveis por longo período, por exemplo, como a semente de lótus que, supostamente, germinou após 1.300 anos, criou uma ideia de longevidade “quase” eterna das sementes, principalmente das plantas silvestres, sugerindo que permanecem viáveis por décadas enterradas no solo. No entanto, a maioria das sementes não ultrapassa 20 anos. Baskin e Baskin (1998) descrevem tentativas e dificuldades para estabelecer níveis de longevidade para bancos de sementes em geral; para as espécies mais comuns de plantas daninhas, uma simples classificação das sementes proposta por Bakker et al. (1996) pode ser satisfatória:

- Transitórias: menos de um ano;
- Persistentes de curta duração: de um a cinco anos;
- Persistentes de longa duração: mais de cinco anos.

O decréscimo do banco de sementes no solo é função da perda de viabilidade pela idade fisiológica, ação de predadores e microrganismos ou pela germinação das mesmas.

Por serem menos predispostas a germinar e sofrer ação de predadores e microrganismos, sementes enterradas a maiores profundidades podem apresentar maior longevidade.

A longevidade também depende da idade fisiológica. Sementes que sobrevivem no solo enquadram-se em dois grupos:

1. Sementes duras, com estruturas envoltórias impermeáveis, que limitam a troca de água com o ambiente como, por exemplo, espécies das famílias Leguminosae, Malvaceae e Fabaceae;
2. Sementes que sobrevivem total ou parcialmente embebidas em condições de baixa atividade metabólica como, por exemplo, espécies da família Poaceae.

A sobrevivência de sementes dormentes embebidas por longos períodos tem sido atribuída a mecanismos de reparo de danos e substituição de enzimas e organelas perdidas. Muitas hipóteses têm sido propostas em relação às causas do envelhecimento das sementes, tais como peroxidação dos lipídios por meio de radicais livres, inativação de enzimas, desintegração das membranas celulares e dano genético. A produção de radicais livres ocorre em sementes metabolicamente ativas, pela cadeia respiratória e, em células embebidas, a água serve como tampão, reduzindo os danos. Mas nos dois tipos de sementes, com e sem embebição, mecanismos de proteção envolvendo enzimas protetoras, tais como catalases, peroxidases e superóxido dismutases são necessários para proteger a semente dos radicais livres (envelhecimento).

Portanto, sementes com maior longevidade são aquelas nas quais esses mecanismos de proteção são mais eficientes e que possuem capacidade de reparar os danos provocados pelo envelhecimento.

3.1.3. Germinação

O mecanismo interno do processo de germinação é regulado pelos fitormônios ABA (ácido abscísico – inibidor) e GA (ácido giberélico – estimulador). Se as condições ambientais sinalizam para condições favoráveis, a expressão gênica de maior produção de GA e catabolismo de ABA ocorrem; ao contrário, se as condições ambientais sinalizam para condições desfavoráveis, há a expressão gênica de maior produção de ABA em detrimento de GA. Em alguns casos, a aplicação externa de GA pode dar início ao processo de germinação.

Em sementes sensíveis à luz, as substâncias responsáveis pela resposta ao estímulo são fotorreceptores especializados. Um deles, o fitocromo (P) é a mesma substância (molécula) que ativa, por exemplo, o florescimento em plantas com resposta ao fotoperíodo. Na detecção da luz ou de determinado comprimento de onda (vermelho – r ou vermelho-distante – fr), a molécula do fitocromo assume uma conformação espacial (Figura 3.2) que funciona como uma “chave”. Esta se liga a receptores e possibilita o desencadeamento dos processos fisiológicos que determinam a expressão gênica necessária para iniciar ou não a germinação. O fitocromo também age como sinalizador da posição em que a semente se encontra no perfil do solo e da presença de plantas no ambiente. Outro fotorreceptor, o criptocromo, está envolvido na detecção do comprimento de onda de luz azul. Segundo Barreiro et al. (2012), a hipótese é que o efeito de filtro do espectro de luz pelo solo altera a dormência. Em geral, longos comprimentos de onda, como o vermelho-distante, têm maior penetração no solo e curtos comprimentos de onda, como o azul, são rapidamente atenuados. Dependendo da composição do solo, a luz azul seria totalmente enfraquecida nos primeiros milímetros e a razão vermelho/vermelho-distante diminuiria com a profundidade. Este efeito de filtro do espectro de luz pelo solo, em teoria, permitiria às sementes perceberem seu posicionamento no ambiente.

No caso da temperatura e da umidade, o início das atividades metabólicas ou de desenvolvimento do embrião somente se iniciará

se a temperatura e a umidade estiverem em nível adequado para os processos metabólicos. A identificação de ótima temperatura para a germinação parece relacionada à quantidade da proteína funcional DOG1, entretanto, tanto o sensor responsável por regular a expressão gênica de DOG1 gene como sua função molecular não são conhecidos (NEÉ et al., 2017). Footitt et al. (2017) sugerem que o ciclo de dormência possa ser regulado pelo relógio circadiano (tempo termal).

Em sementes com sensibilidade a nitratos, especula-se se esses compostos funcionariam como sinalizadores da presença ou ausência de plantas no ambiente; na ausência de plantas, maior quantidade de nitratos estaria disponível no meio. Enquanto a luz promove resposta via fitocromo, a resposta a nitrato se dá via proteína nitrato transportadora NRT1.1., que além de estar envolvida no transporte também está envolvida na detecção de nitrato no ambiente (ALBORESI et al., 2005; HO et al., 2009; FOOTITT et al., 2013).

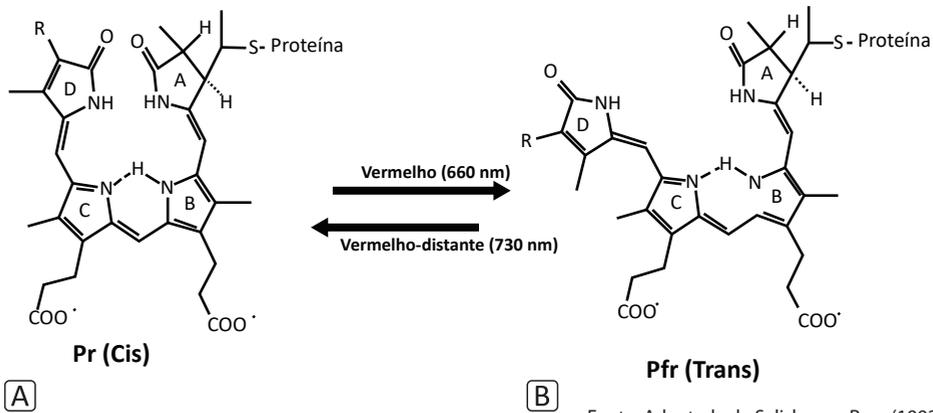


Figura 3.2. Estrutura molecular do fitocromo. Na presença de luz na faixa de onda do vermelho (660 nm) a molécula que tem a conformação Pr (A) se converte na Pfr (B); na presença da luz na faixa de onda do vermelho-distante (730 nm) a conformação Pfr se converte em Pr. As duas formas promovem diferentes respostas nas plantas – Pfr é a forma fisiologicamente ativa ou “sinalizadora”.

3.2. Estudos e Resultados Experimentais

3.2.1. Capim-marmelada

3.2.1.1. Dormência em capim-marmelada

A dormência de sementes de gramíneas é regulada principalmente pela presença de cobertura, ou envoltório, da semente: pálea, lema e pericarpo. Vários fatores estão implicados no controle da dormência devido aos envoltórios, incluindo a presença de inibidores, barreira à difusão de gases e restrição mecânica. A prevenção de absorção de água é um mecanismo de dormência comum em muitas dicotiledôneas, mas não é tão comum em gramíneas (ADKINS et al., 2002). Nestas, os tecidos que recobrem o embrião podem limitar a capacidade de troca gasosa com o meio e, ambos, a absorção do oxigênio e o escape do gás carbônico, podem ser impedidos, limitando a respiração do embrião.

Sementes do gênero *Brachiaria* apresentam dois tipos de dormência: a que ocorre em sementes recém-colhidas e é relacionada à parte endógena e, para superação desta etapa, a semente deve passar por um período de pós-maturação, que é variável conforme as condições ambientais, mas é de curta duração (meses); e a que é imposta pela impermeabilidade dos envoltórios, que pode ser de longa duração (anos) e para superação desta fase a semente deve passar por um processo de escarificação (ou tratamento para permeabilizar o envoltório) (WHITEMAN; MENDRA, 1982).

A dormência em capim-marmelada aparentemente não está relacionada à falta de absorção de água, pois foi observada embebição em sementes dormentes (VOLL et al., 1997); supõe-se que seja devido à restrição à troca de gases (oxigênio) como observado por Whiteman e Mendra (1982) em *Brachiaria decumbens*.

A dormência de sementes de capim-marmelada é quebrada pela retirada ou escarificação das estruturas que recobrem a semente

(pálea e lema) (DANTAS et al., 2001). No solo, alguns agentes podem estimular a germinação de sementes que perderam a dormência, mas estão em estado de latência (sementes quiescentes), dependendo de condições adequadas para germinar. A movimentação do solo estimula a germinação de sementes do capim-marmelada (VOLL et al. 1996); substâncias nitrogenadas e outras substâncias estimulantes também podem sinalizar condições favoráveis à emergência (VIEIRA et al., 1998). A luz não interfere na germinação (FREITAS et al., 1990).

3.2.1.2. Emergência e longevidade de sementes de capim-marmelada

Rodrigues et al. (2000) estudaram a emergência de capim-marmelada durante dois anos, em dois locais do Estado do Paraná (Londrina e Ponta Grossa) e observaram maior índice em solos com revolvimento. A emergência esteve ao redor de 10% ao ano e, após dois anos, das sementes que foram enterradas, na média, foram recuperadas cerca de 10% e “perdidas” (não recuperadas) ao redor de 80%. Chama a atenção a alta porcentagem de sementes “perdidas”; tal perda pode estar associada a predadores e degradação por microrganismos conforme estudos que ressaltam a importância da mortalidade no declínio do banco de sementes (DAVIS et al., 2006; HILL et al., 2014). Vidal e Theisen (1999) observaram que a mortalidade de sementes dessa espécie foi maior (80%) em menor profundidade (2 cm) do que a mortalidade (60%) em maior profundidade (10 cm), após 300 dias de enterrio. Nesse estudo, foram utilizadas pequenas bolsas plásticas para acondicionar as sementes no solo, indicando possível efeito de microrganismos na taxa de mortalidade, pois as bolsas as protegeriam de predadores. Voll et al. (1996), estudando diferentes sistemas de preparo do solo, verificaram maior emergência de plantas com

revolvimento do solo e que esta variou entre sistemas e anos; mas, de forma geral, situou-se em menos de 10% ao ano do número de sementes existentes no solo. Voll et al. (2001), em estudo de oito anos, verificaram que sistemas de preparo do solo afetam de maneira diferente a sobrevivência de sementes de capim-marmelada. Em sistema de preparo convencional e em plantio direto, sementes da espécie não foram detectadas no banco do solo após 5 anos de controle das plantas e, no sistema de cultivo mínimo (com subsolador), após 8 anos.

3.2.1.3. Resultados experimentais

3.2.1.3.1. Emergência de capim-marmelada sob diferentes formas de manejo do solo

A emergência de capim-marmelada foi testada em duas áreas, uma com cobertura de aveia-preta cv. Iapar 61 (*Avena strigosa*) outra com ervilhaca-peluda (*Vicia villosa*), nas quais foram avaliados o efeito do revolvimento do solo (aração e gradagem), da queima da palha (fogo) e da aplicação a lanço, sem incorporação, de 500 kg ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂ (nitrato de cálcio) (Tabela 3.1) (SKORA NETO; CAMPOS, 2011). Destacou-se o efeito estimulante do fogo, possivelmente pelo efeito do calor no rompimento do envoltório da semente (Figura 3.3), e o efeito estimulante da ervilhaca-peluda em contraste com a aveia-preta quando não houve revolvimento do solo; este resultado pode estar associado ao efeito estimulante do nitrogênio, pois nos tratamentos com Ca(NO₃)₂ a resposta, em valores absolutos, esteve próxima à observada na ervilhaca-peluda. Este resultado confirma as observações de maior densidade populacional de capim-marmelada em áreas cultivadas anteriormente com leguminosas (ALMEIDA, 1988; CALEGARI et al., 1994).

Houve interação entre cobertura do solo e revolvimento do solo. Na área com aveia-preta, com revolvimento do solo, houve 45% mais plantas de capim-marmelada emergidas do que na área sem revolvi-

mento, o que não aconteceu na cobertura com ervilhaca-peluda; possivelmente o efeito do revolvimento do solo foi mascarado pelo efeito da ervilhaca-peluda no solo sem revolvimento; ainda, o revolvimento do solo pela aração e gradagem neutralizou o efeito estimulante da ervilhaca-peluda, pois o número de plantas emergidas neste tratamento com revolvimento foi semelhante ao obtido na área com aveia-preta em solo revolvido.

Da área desse experimento, antes da aplicação dos tratamentos no campo, para melhor verificar o efeito do nitrogênio na emergência do capim-marmelada, foi coletado solo (0-6 cm de profundidade) nas áreas com cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda, ao qual se aplicaram doses equivalentes a 0, 500 e 2.500 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio; o nitrato de cálcio foi diluído em água e misturado ao solo para homogeneização. Após o tratamento, o solo foi colocado em bandejas, em casa de vegetação, onde se avaliou a emergência das plantas daninhas, a cada quinze dias, durante sete meses; uma amostra foi utilizada para determinar o teor de nitrato.

Tabela 3.1. Emergência de capim-marmelada pelo efeito de plantas de coberturas de aveia-preta e ervilhaca-peluda e formas de manejo do solo. Ponta Grossa – PR.

Manejo (solo)	Aveia-preta	Ervilhaca-peluda	Média
	Capim-marmelada (plantas m ⁻²)		
Sem revolvimento	387 B a	2.204 A b	1.296
Com revolvimento	561 B a	444 B a	503
Fogo	2.114 A a	1.594 A a	1.854
Média	1.021	1.414	
Ca(NO ₃) ₂ (500 kg ha ⁻¹)	2.189	1.578	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.



Figura 3.3. Intensa emergência de capim-marmelada em área após queima da palha. Ponta Grossa – PR.

Diferentemente do esperado, na dose zero, o teor de nitrato na amostra de solo coletada na cobertura de aveia-preta foi muito próximo ao de nitrato no solo na cobertura de ervilhaca-peluda (Tabela 3.2); este resultado, pelo fato de o solo ter sido revolvido (homogeneizado), sugere que o efeito estimulante do nitrogênio na germinação de sementes, de alguma forma, é perdido quando ocorre revolvimento intensivo do solo, como no campo no tratamento com revolvimento (aração e gradagem) no qual não houve efeito da cobertura da ervilhaca-peluda (Tabela 3.1).

Na média das duas coberturas, o número de plantas de capim-marmelada emergidas na dose zero foi semelhante à dose de 500 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio, mas na dose de 2.500 kg ha⁻¹ foi superior ao das duas doses anteriores (Tabela 3.2 e Figura 3.4). Este resultado difere daquele observado no campo onde a dose de 500 kg ha⁻¹ foi suficiente para estimular a emergência do capim-marmelada (Tabela 3.1). Esta diferença pode ter ocorrido em razão da forma de aplicação do nitrato de cálcio, aplicado a lanço no campo, ficando mais concen-

trado na superfície, mas misturado ao solo na casa de vegetação, ficando mais diluído.

Tabela 3.2. Plantas de capim-marmelada emergidas em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda com adição de nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

Dose Ca(NO ₃) ₂ (kg ha ⁻¹)	Aveia-preta		Ervilhaca-peluda		Média
	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Capim- marmelada (plantas m ⁻²)	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Capim- marmelada (plantas m ⁻²)	Capim- marmelada (plantas m ⁻²)
0	18	1.329	30	975	1.152 B
500	253	1.638	252	1.525	1.581 B
2.500	1.161	3.258	1.073	5.567	4.413 A
Média		2.075 a		2.689 a	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

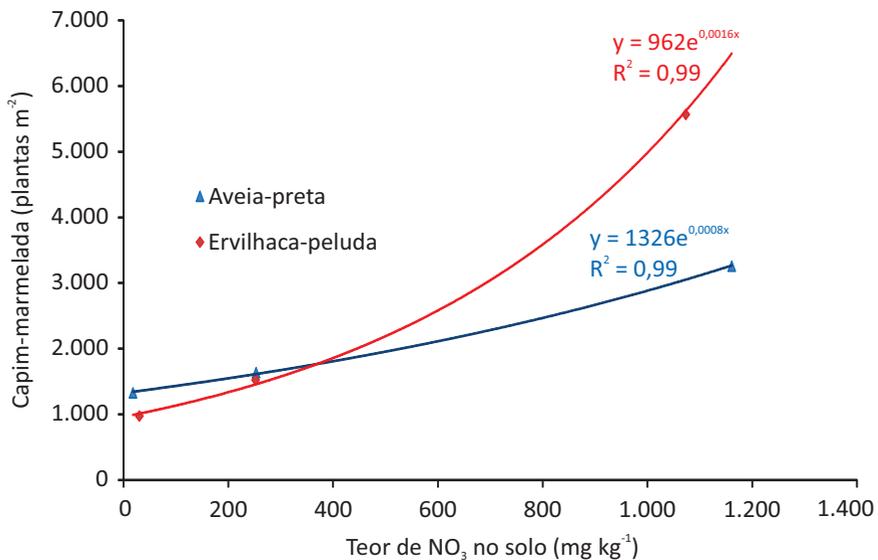


Figura 3.4. Plantas de capim-marmelada emergidas em função do teor de nitrato em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda e tratado com nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

3.2.1.3.2. Prevenção de produção de sementes de capim-marmelada na densidade populacional em anos sucessivos

A densidade populacional e a sobrevivência de sementes de plantas daninhas foram estudadas por um período de dez anos, em plantio convencional (PC) e plantio direto (PD). No verão, foi cultivado milho e no inverno adubo verde (aveia-preta consorciada com ervilhaca-pe-luda ou tremoço-azul). O controle de plantas daninhas foi realizado apenas na cultura do milho. Nesta, comparou-se o efeito do controle realizado durante o ciclo todo do milho (controle total) ao do realizado somente no início da cultura, permitindo a reinfestação pelas plantas daninhas (controle parcial). A prevenção da produção de sementes de capim-marmelada foi proporcionada pelo controle total das plantas daninhas e a reinfestação, garantida pela “ressemeadura” da espécie, pelo controle parcial. Avaliou-se, antes da operação de controle, o efeito dos tratamentos no número de plantas emergidas anualmente e, no inverno, o número de sementes no banco de sementes do solo, no quarto e no décimo ano.

Primeiramente, observa-se que houve maior emergência de capim-marmelada na área com revolvimento do solo (Figura 3.5), confirmando o estímulo à germinação do capim-marmelada quando há movimentação do solo (VOLL et al. 1996; RODRIGUES et al. 2000).

Um segundo aspecto é a variação na densidade populacional entre os anos nos tratamentos com ressemeadura (PC com e PD com); esta variação se deve às diferentes condições de temperatura e umidade entre os anos, favorecendo, ou não, a emergência das plantas. Mas, de maneira geral, nestes tratamentos com reabastecimento do banco de sementes, a tendência foi de manter (PD com) ou aumentar (PC com) o número de plantas de capim-marmelada emergidas a cada ano.

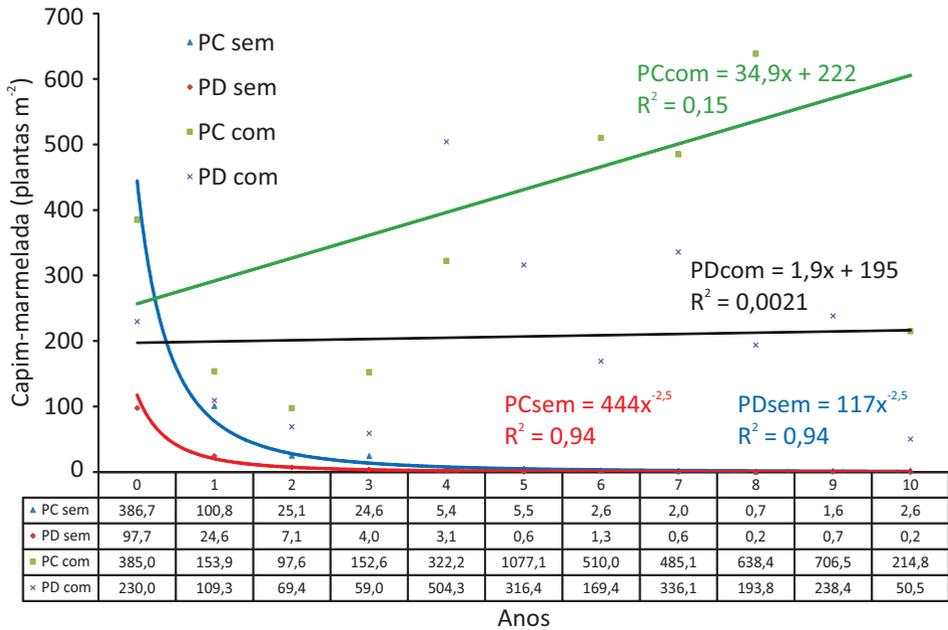


Figura 3.5. Densidade populacional de capim-marmelada, na cultura do milho, em plantio convencional sem (PC sem) e com ressemeadura (PC com) e plantio direto sem (PD sem) e com ressemeadura (PD com) ao longo de dez anos. Ponta Grossa – PR.

Outro aspecto, mais acentuado, é a rápida redução na densidade populacional nos tratamentos com controle total da ressemeadura do capim-marmelada. A redução foi exponencial em ambos os sistemas de preparo do solo atingindo 93,6% no plantio convencional (PC sem) e 95,9% no direto (PD sem) após três anos de controle total do capim-marmelada. Após o terceiro ano em plantio direto e quarto ano em convencional, a densidade populacional de capim-marmelada situou-se próxima ou abaixo de 5 plantas m^{-2} , o que se considera uma baixa densidade. Após o quarto ano, esta densidade populacional permaneceu praticamente estável até o décimo ano; o que pode se dever à alguma contaminação (trânsito de máquinas, equipamentos, pessoas e animais), considerando a dificuldade em se manter a área totalmente isolada.

Os resultados da avaliação do banco de sementes (Tabela 3.3) confirmam os obtidos pela contagem de plantas emergidas.

Tabela 3.3. Sementes de capim-marmelada em três profundidades do solo, na cultura do milho. Ponta Grossa – PR.

Tratamento		Profundidade (cm)	Sementes (m ⁻²)	
Plantio	Plantas daninhas		4º Ano	10º Ano
Plantio convencional	Controle total sem ressemeadura	0-5	22	44
		5-10	89	22
		10-20	89	33
Plantio direto	Controle total sem ressemeadura	0-5	22	11
		5-10	0	22
		10-20	333	44
Plantio convencional	Controle parcial com ressemeadura	0-5	2.133	2.911
		5-10	2.867	3.111
		10-20	5.889	3.756
Plantio direto	Controle parcial com ressemeadura	0-5	5.867	3.244
		5-10	2.600	1.967
		10-20	1.267	3.544

O número de sementes nos tratamentos em que se controlava a produção de sementes, ou seja, sem ressemeadura do capim-marmelada, no quarto e no décimo ano, se situa em valor próximo ou inferior a 1% do encontrado nas áreas com ressemeadura. À semelhança do número de plantas emergidas, do quarto para o décimo ano, não houve muita variação no banco de sementes, principalmente na menor profundidade.

Teoricamente, seria de se esperar que em plantio direto:

1. Nos tratamentos sem ressemeadura houvesse maior número de sementes a maior profundidade, pois estas não seriam trazidas à superfície e, portanto, ficariam dormentes por período mais longo de tempo;

2. Nos tratamentos com ressemeadura houvesse maior número de sementes nas camadas superficiais, pois as sementes produzidas não seriam incorporadas a maiores profundidades, aumentando a concentração de sementes na superfície; e,
3. No plantio convencional, ao longo dos anos, as sementes estariam uniformemente distribuídas no perfil do solo nas duas modalidades de controle.

O que se obteve foi:

1. No plantio direto sem ressemeadura, no quarto ano, havia maior número de sementes na profundidade de 10-20 cm; no entanto, no décimo ano, a distribuição de sementes no perfil do solo era bastante uniforme; presume-se que muitas das sementes perderam a viabilidade ou foram predadas ou deterioradas por microrganismos;
2. No plantio direto com ressemeadura, no quarto ano, havia maior número de sementes na camada superficial (0-5 cm), mas no décimo ano a distribuição no perfil também era uniforme (Tabela 3.3); aparentemente muitas das sementes que estavam na superfície migraram para maior profundidade sugerindo que, para o capim-marmelada, existe uma dinâmica bastante grande na distribuição das sementes no perfil do solo mesmo em plantio direto.
3. No plantio convencional, nas duas modalidades, no quarto ano, havia mais sementes na profundidade de 10-20 cm, mas no décimo ano, houve uniformização na distribuição das sementes no perfil do solo pelo revolvimento.

A porcentagem de plantas emergidas, comparando-se os dados de emergência (Figura 3.5) e de sementes no solo (Tabela 3.3), foi ao redor de 10% do número de sementes da camada 0-5 cm; no entanto,

a redução populacional de ano para ano (mais visível nos primeiros anos), quando não se permitia o reabastecimento do banco de sementes, foi ao redor de 70% (Figura 3.5), indicando que há elevada mortalidade das sementes que se encontram no solo.

Estudos adicionais com capim-marmelada foram realizados em outras duas localidades do Estado do Paraná (Santa Tereza do Oeste e Irati) e o mesmo padrão de comportamento foi observado (Figuras 3.6 e 3.7). Ocorreu maior emergência em solo com revolvimento (plantio convencional) e redução exponencial no número de plantas emergidas quando não se permitia a ressemeadura das plantas. Em Santa Tereza do Oeste, avaliou-se o efeito dos tratamentos no banco de sementes e, como consequência da maior emergência, a redução no banco de sementes foi mais acentuada quando houve revolvimento (Tabela 3.4).

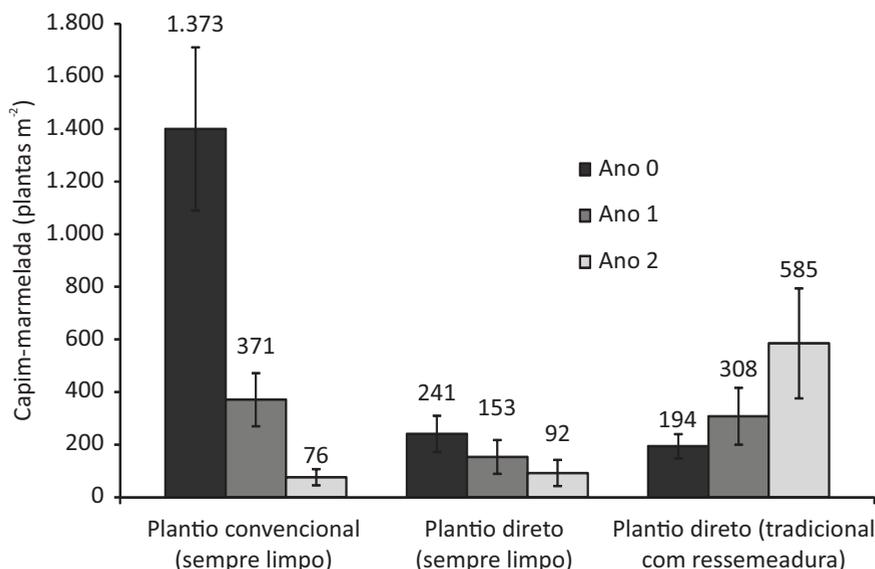


Figura 3.6. Evolução da densidade populacional de capim-marmelada em três sistemas de manejo na cultura do milho (PC e PD controle total – não se permitia ressemeadura das plantas daninhas; PD controle parcial – controle das plantas daninhas somente no início do ciclo da cultura com herbicida pós-emergente). Santa Tereza do Oeste – PR.

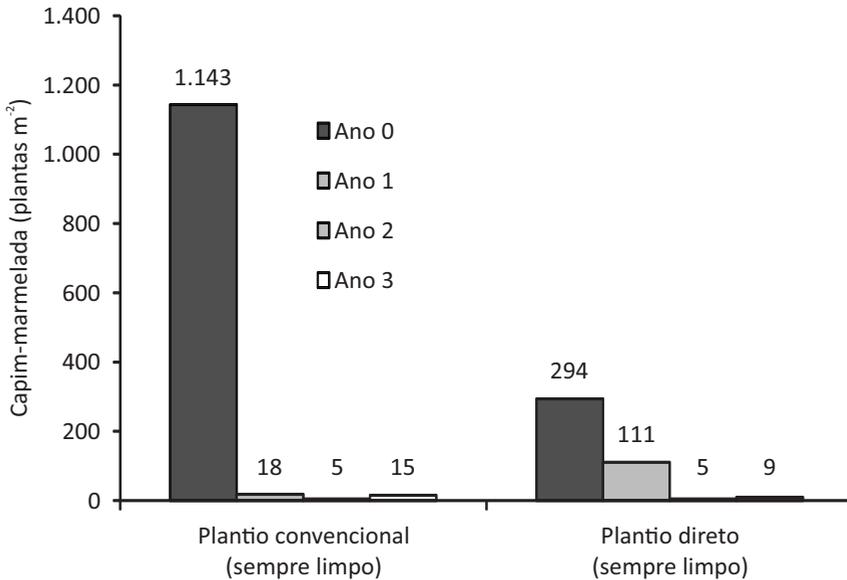


Figura 3.7. Redução da densidade populacional de capim-marmelada em dois sistemas de preparo do solo em área com controle da res-semeadura. Irati – PR. (Área de Unidade de Teste e Validação).

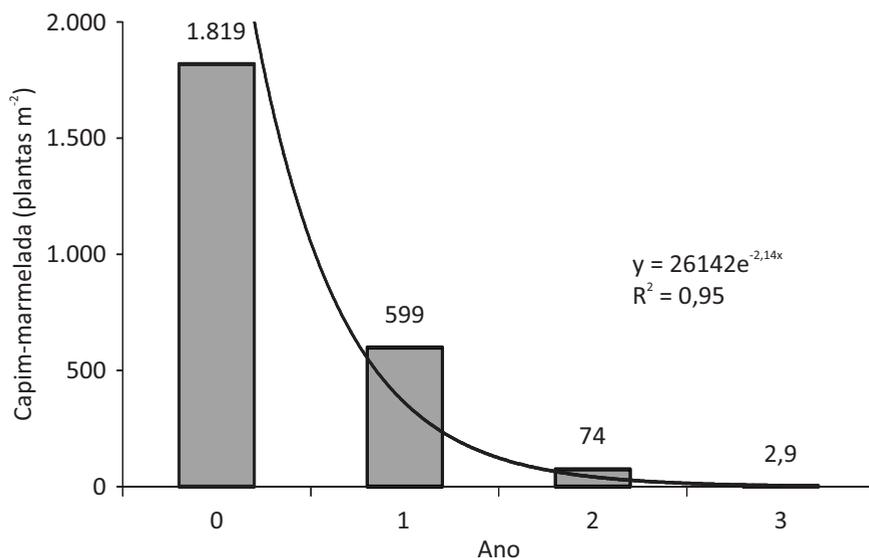
Como o revolvimento do solo estimula a emergência do capim-marmelada, procurou-se verificar se o aumento da frequência de revolvimento aumentaria a redução da infestação por meio do controle das plantas emergidas.

Em área sem a presença de culturas, sob o efeito do preparo do solo (grade pesada + grade leve) a cada três meses, houve redução de 99,8% de plantas emergidas após três anos de controle (Figura 3.8); esta redução foi próxima à obtida nas localidades de Ponta Grossa e Santa Tereza do Oeste com preparo do solo duas vezes ao ano (antes da cultura de verão e antes da cobertura de inverno) indicando que, embora o revolvimento estimule a emergência do capim marmelada, o papel da mortalidade das sementes parece ser mais importante que a frequência da movimentação do solo.

Tabela 3.4. Sementes de capim-marmelada no solo, à profundidade de 0-10 cm. Santa Tereza do Oeste – PR.

Tratamentos		Sementes (m ⁻²)		
Plantio	Plantas daninhas	Ano 0	2º ano	
Plantio convencional	Controle total	Sem ressemeadura	8.151 a	450 b
	Controle parcial	Com ressemeadura	11.196 a	12.640 a
Plantio direto	Controle total	Sem ressemeadura	9.654 a	2.190 b
	Controle parcial	Com ressemeadura	11.196 a	12.640 a

Médias seguidas pela mesma letra (coluna) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

**Figura 3.8.** Redução da densidade populacional de capim-marmelada, em área sem culturas, pelo controle das plantas emergidas, em sistema intensivo de revolvimento do solo. Ponta Grossa – PR.

3.2.2. Capim-colchão

3.2.2.1. Dormência em capim-colchão

Sementes de *Digitaria ciliaris*, à semelhança de sementes do gênero *Brachiaria*, apresentam dois tipos de dormência: uma que ocorre

em sementes recém-colhidas, relacionada à parte endógena e, para cuja superação a semente deve passar por um período de pós-maturação, que é variável conforme as condições ambientais, porém de curta duração (2 a 4 meses), e outra, dormência primária, de maior duração, que é causada pelas estruturas que recobrem a cariopse, especialmente a lema, mas o pericarpo também tem algum efeito (DELOUCHE, 1955; GONZÁLES-PALACIO et al. 2007; GALLART et al. 2008). A dormência primária não se deve à imaturidade do embrião e tampouco à impermeabilidade à água (GIANFAGNA; PRIDHAM, 1951; DELOUCHE, 1955); parece estar relacionada à impermeabilidade ao oxigênio ou à presença de inibidores nas estruturas de cobertura da semente (GIANFAGNA; PRIDHAM, 1951; DELOUCHE, 1955; BISWAS et al., 1978; GONZÁLES-PALACIO et al., 2007). O papel do KNO_3 na estimulação da germinação de capim-colchão não está muito claro, com diferentes resultados; Turner (2012) verificou estímulo em sementes jovens. Considerada fotoblástica positiva, embora apresente sementes sem exigência de luz para germinar; esta exigência pode ser eliminada conforme o regime de temperatura e chuva a que são submetidas (VIVIAN et al., 2008; MONDO et al., 2010).

3.2.2.2. Longevidade de sementes de capim-colchão

Voll et al. (1997) estimaram a sobrevivência da população (redução a 1% da população inicial) em 5,6 anos no plantio convencional e em 7,4 anos no plantio direto, com taxa de redução do banco de sementes, respectivamente, de 43% e 53% ao ano. Masin et al. (2006) verificaram que as sementes de capim-colchão perderam a viabilidade após três anos em solo gramado. Kobayashi (2005) observou que as sementes de capim-colchão têm vida curta no solo, com duração de 2 a 3 anos. González-Palacio (2009) sugere evitar a produção de sementes por dois anos consecutivos como meio eficaz de controle do capim-colchão. Norsworthy (2008) também relata que a densidade de sementes de capim-colchão é reduzida rapidamente no solo.

3.2.2.3. Resultados experimentais

3.2.2.3.1. Emergência de capim-colchão sob diferentes formas de manejo do solo

A emergência de capim-colchão foi avaliada nas mesmas áreas descritas para o capim-marmelada, uma com cobertura de aveia-preta cv. Iapar 61 (*Avena strigosa*) outra com ervilhaca-peluda (*Vicia villosa*), nas quais foram avaliados o efeito do revolvimento do solo (aração e gradagem), da queima da palha (fogo) e da aplicação a lanço, sem incorporação, de 500 kg ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂.

À semelhança do ocorrido com o capim-marmelada, o fogo estimulou a germinação pelo possível efeito do calor no rompimento dos envoltórios das sementes (Tabela 3.5). Não se detectou efeito significativo do revolvimento do solo. Não houve efeito da ervilhaca-peluda nem do nitrato de cálcio na emergência do capim-colchão, o que ficou evidenciado quando foram aplicadas diferentes doses de nitrato de cálcio em casa de vegetação (Tabela 3.6) (SKORRA NETO; CAMPOS, 2011).

Tabela 3.5. Emergência de capim-colchão pelo efeito de plantas de coberturas aveia-preta e ervilhaca-peluda e formas de manejo do solo. Ponta Grossa – PR.

Manejo (solo)	Aveia-preta	Ervilhaca-peluda	Média
	Capim-colchão (plantas m ⁻²)		
Sem revolvimento	64B a	268 A B a	166
Com revolvimento	210 A B a	53 B b	132
Fogo	758 A a	399 A a	578
Média	344	240	
Ca(NO ₃) ₂ (500 kg ha ⁻¹)	0	89	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 3.6. Plantas de capim-colchão emergidas em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda com adição de nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

Dose Ca(NO ₃) ₂ (kg ha ⁻¹)	Aveia-preta		Ervilhaca-peluda		Média
	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Capim- colchão (plantas m ⁻²)	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Capim- colchão (plantas m ⁻²)	Capim- colchão (plantas m ⁻²)
0	18	583	30	200	392 A
500	253	354	252	133	244 A
2.500	1.161	333	1.073	183	258 A
Média		424 a		172 a	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

3.2.2.3.2. Prevenção de produção de sementes de capim-colchão na densidade populacional em anos sucessivos

No experimento para estudo de sobrevivência de plantas daninhas com dez anos de duração, houve rápido declínio populacional de capim-colchão já nos primeiros anos, nos dois sistemas, mas foi mais acentuado em plantio direto (Figura 3.9). Também houve redução populacional, embora de forma mais lenta, onde se permitia a ressemeadura das plantas daninhas, indicando baixa produção de sementes; atribui-se este efeito na diminuição da produção de sementes pela competição do capim-marmelada que, pela alta densidade populacional, dominava o ambiente. Neste trabalho, também não ficou evidenciado efeito do revolvimento do solo.

Na contagem de sementes presentes no solo, nos tratamentos com controle da ressemeadura, não se detectou a presença de sementes no quarto ano (Tabela 3.7), confirmando a rápida redução populacional do capim-colchão.

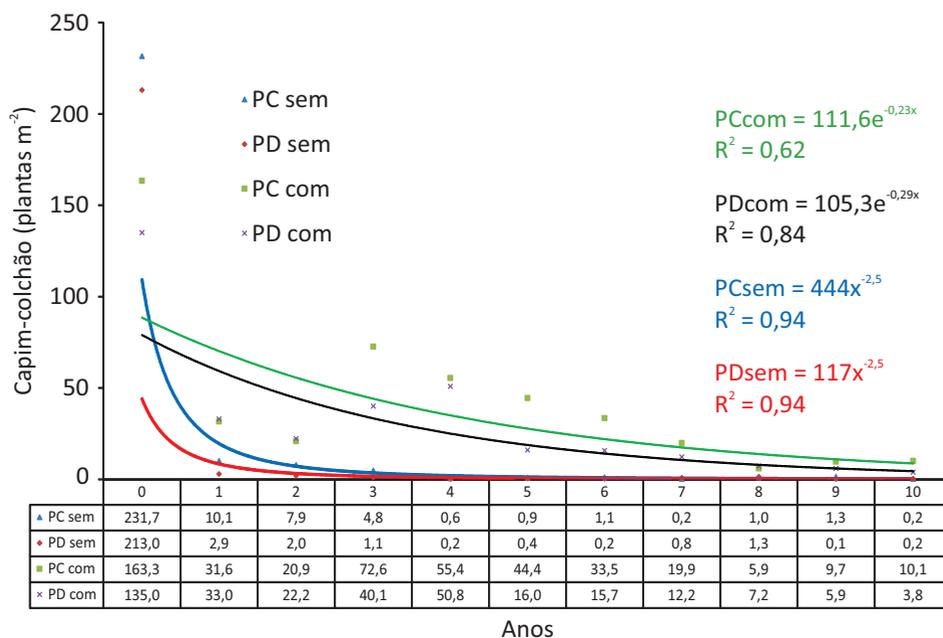


Figura 3.9. Densidade populacional de capim-colchão, na cultura do milho, em plantio convencional sem (PC sem) e com ressemeadura (PC com) e plantio direto sem (PD sem) e com ressemeadura (PD com) ao longo de dez anos. Ponta Grossa – PR.

Tabela 3.7. Sementes de capim-colchão na cultura do milho. Ponta Grossa – PR.

Tratamentos		Sementes (m ⁻²) (0-10 cm de profundidade)	
Plantio	Plantas daninhas	4º ano	10º ano
Plantio convencional	Controle total sem ressemeadura	0	33
Plantio direto		0	0
Plantio convencional	Controle parcial com ressemeadura	244	267
Plantio direto		1.533	666

Sob o efeito do preparo do solo mais intensivo (grade pesada + grade leve) a cada três meses, houve redução de 99% de plantas

emergidas de capim-colchão logo após o primeiro ano e não foi mais detectada sua presença nos anos seguintes (Figura 3.10). Embora em outros estudos não se evidenciasse estímulo do revolvimento do solo à emergência do capim-colchão, o aumento no número de operações de preparo do solo aumentou o número de plantas emergidas durante o ano e, como as sementes de capim-colchão têm menor longevidade, contribuiu para sua rápida redução populacional.

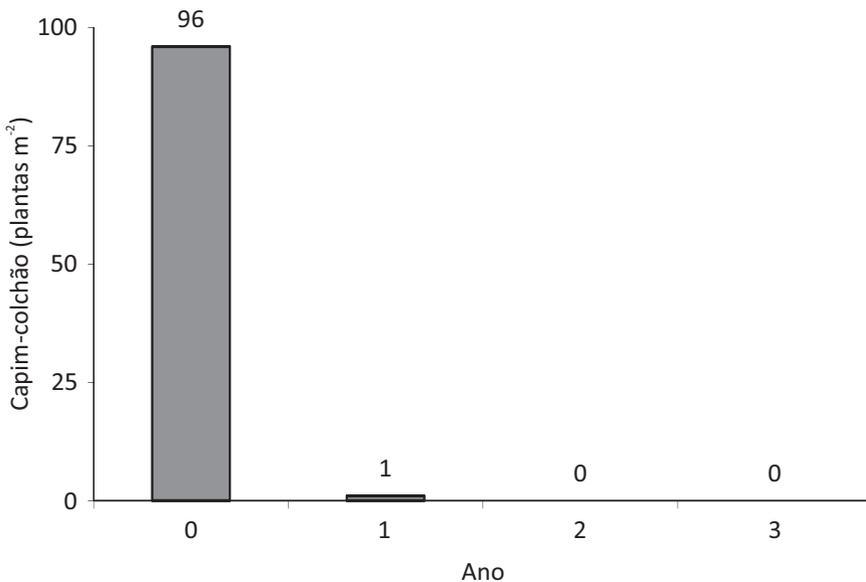


Figura 3.10. Redução da densidade populacional de capim-colchão, em área sem culturas, pelo controle das plantas emergidas, em sistema intensivo de revolvimento do solo. Ponta Grossa – PR.

3.2.3. Amendoim-bravo

3.2.3.1. Dormência em amendoim-bravo

Alguns pesquisadores não detectaram dormência em sementes de amendoim-bravo (SUDA, 1991; CHACHALIS, 2015) enquanto outros a verificaram em algumas situações (LÓPES et al., 2005; AARESTRUP et

al., 2008; MARQUES et al., 2012). Aparentemente há variação na presença, ou não, de dormência nas sementes desta espécie em função da procedência das sementes.

Também não é clara a resposta à luz, com divergências em relação à sua necessidade para que se inicie o processo de germinação. Suda e Pereira (1997) investigaram mais profundamente e observaram que em sementes oriundas de plantas que se desenvolviam na primavera não havia resposta à luz, porém sementes provenientes de plantas crescidas durante o verão e o outono necessitavam de luz para germinar, sugerindo que a resposta à luz depende das condições (temperatura e fotoperíodo) nas quais a planta parental se desenvolve. Estes autores verificaram, ainda, que a retirada do tegumento torna as sementes indiferentes à luz e acelera a germinação.

Sementes de amendoim-bravo são revestidas por um tegumento que se torna mucilaginoso quando umedecido (VOLL et al., 2005). A função da mucilagem não é clara; pode ser a de evitar entrada de água e gases no interior da semente e, portanto, contribuir na regulação da germinação ou, então, auxiliar no processo de germinação, pois retém água e permite que as sementes germinem mesmo em condições de menor disponibilidade de água quando comparada a outras espécies.

3.2.3.2. Emergência e longevidade de sementes de amendoim-bravo

Sementes de amendoim-bravo apresentam alta porcentagem de germinação, exaurindo-se rapidamente no solo, em cerca de 3 a 4 anos, quando não se permite reinfestação (VOLL et al., 2005). Segundo esses autores, germinações esparsas ocorrem durante todo o ano, ocorrendo a emergência anual de cerca de 54% em semeadura direta de soja. Bannon et al. (1978) observaram que temperaturas alter-

nadas de 25°C a 35°C eram ideais para a germinação das sementes. Machado Neto e Pitelli (1988) verificaram germinação até 10 cm de profundidade no solo e com porcentagem de germinação de 79% a 85% na profundidade de 2-10 cm. Outra característica da espécie é o ciclo curto entre a emergência e a frutificação.

3.2.3.3. Resultados experimentais

3.2.3.3.1. Emergência de amendoim-bravo sob diferentes formas de manejo do solo

A emergência de amendoim-bravo foi estimulada pelo fogo. Não foi afetada pelo tipo de preparo de solo nem pelo tipo de cobertura (Tabela 3.8) (SKORA NETO; CAMPOS, 2011).

No campo, nitrato de cálcio (500 kg ha⁻¹) aplicado a lanço sobre a palha de aveia-preta ou de ervilhaca-peluda não teve influência na emergência do amendoim-bravo (Tabela 3.8). Em casa de vegetação, nessa mesma dose, o nitrato também não afetou a emergência, mas na maior dose a reduziu em 63% (Tabela 3.9).

Tabela 3.8. Emergência de amendoim-bravo pelo efeito de plantas de coberturas aveia-preta e ervilhaca-peluda e formas de manejo do solo. Ponta Grossa – PR.

Manejo (solo)	Aveia-preta	Ervilhaca-peluda	Média
	Amendoim-bravo (plantas m ⁻²)		
Sem revolvimento	131	153	142 B
Com revolvimento	193	58	126 B
Fogo	597	294	446 A
Média	307 a	169 a	
Ca(NO ₃) ₂ (500 kg ha ⁻¹)	56	200	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 3.9. Plantas de amendoim-bravo emergidas em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda com adição de nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

Dose Ca(NO ₃) ₂ (kg ha ⁻¹)	Aveia-preta		Ervilhaca-peluda		Média
	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Amendoim- bravo (plantas m ⁻²)	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Amendoim- bravo (plantas m ⁻²)	Amendoim- bravo (plantas m ⁻²)
0	18	125	30	154	140 A
500	253	125	252	104	115 A B
2.500	1.161	50	1.073	54	52 B
Média		100 a		104 a	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

3.2.3.3.2. Prevenção de produção de sementes de amendoim-bravo na densidade populacional em anos sucessivos

No experimento para estudo de sobrevivência de plantas daninhas com dez anos de duração, houve rápido declínio na emergência de plantas de amendoim-bravo quando não se permitia a sua ressemeadura, com redução de 83% em plantio convencional e de 92% em plantio direto, logo no primeiro ano. Nestes tratamentos, sem ressemeadura (PC sem e PD sem), o número de plantas emergidas ficou bastante baixo nos anos subsequentes, mostrando baixa longevidade das sementes no solo. Nos tratamentos onde se permitia a produção de sementes (PC com e PD com), houve grande variação na emergência durante os anos devido a variações de temperatura e chuvas, mas sempre com a tendência de manter ou aumentar a população nos anos subsequentes (Figura 3.11).

O banco de sementes ficou praticamente exaurido a partir do quarto ano de controle da ressemeadura (Tabela 3.10).

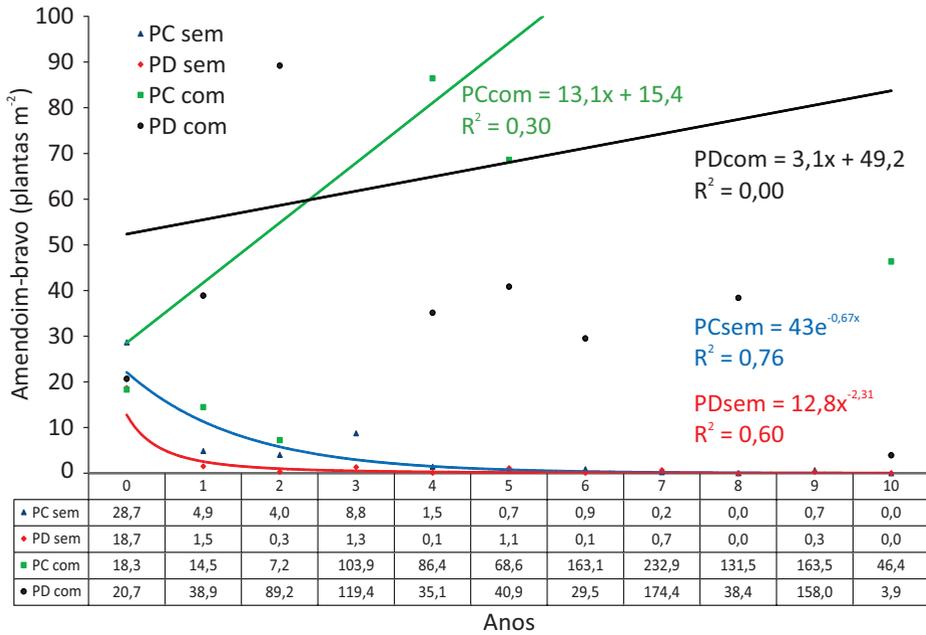


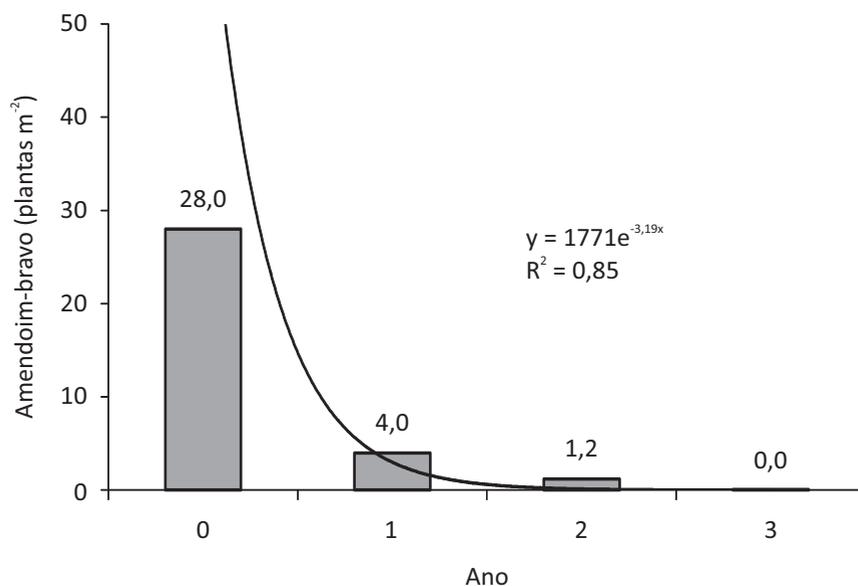
Figura 3.11. Densidade populacional de amendoim-bravo, na cultura do milho, em plantio convencional sem (PC sem) e com ressemeadura (PC com) e plantio direto sem (PD sem) e com ressemeadura (PD com) ao longo de dez anos. Ponta Grossa – PR.

Nos tratamentos com ressemeadura, maior quantidade de sementes foi encontrada nos primeiros 5 cm de profundidade em plantio direto e em plantio convencional na profundidade de 10-20 cm, indicando que em plantio direto as sementes provenientes da ressemeadura tendem a ficar mais na superfície enquanto no convencional as sementes são levadas a maiores profundidades pelo revolvimento do solo. A menor quantidade de sementes a maiores profundidades em plantio direto indica alta mortalidade das sementes que estão enteradas no solo.

Em sistema de preparo intensivo do solo se verifica rápida redução populacional de amendoim-bravo logo no primeiro ano de controle, não sendo mais detectado após três anos de controle (Figura 3.12).

Tabela 3.10. Sementes de amendoim-bravo em três profundidades do solo, na cultura do milho. Ponta Grossa – PR.

Tratamentos		Profundidade (cm)	Sementes (m ⁻²)	
Plantio	Plantas daninhas		4 ^o ano	10 ^o ano
Plantio convencional	Controle	0-5	0	0
	total sem	5-10	0	0
	ressemeadura	10-20	0	0
Plantio direto	Controle	0-5	22	0
	total sem	5-10	44	0
	ressemeadura	10-20	22	0
Plantio convencional	Controle	0-5	222	356
	parcial com	5-10	244	522
	ressemeadura	10-20	844	867
Plantio direto	Controle	0-5	1.200	878
	parcial com	5-10	444	389
	ressemeadura	10-20	44	144

**Figura 3.12.** Redução da densidade populacional de amendoim-bravo em área sem culturas, pelo controle das plantas emergidas, em sistema intensivo de revolvimento do solo. Ponta Grossa – PR.

3.2.4. Guanxuma

3.2.4.1. Dormência em guanxuma

A dormência inata da guanxuma se deve à impermeabilidade do tegumento à água; a retirada ou dano ao tegumento que permita a entrada de água desencadeia o processo de germinação das sementes (CHAUHAN; JOHNSON, 2008). A luz não influencia a sua germinação (FLECK et al., 2001).

3.2.4.2. Emergência e longevidade de sementes de guanxuma

A melhor profundidade para a emergência se situa entre 0,5 e 2,0 cm, com redução de plantas emergidas a partir de 2,0 cm, não havendo emergência em profundidade superior a 8,0 cm (CHAUHAN; JOHNSON, 2008).

Fábregas (1998) verificou que ocorre alta perda de sementes devido à predação e ataque de fungos; a predação pós-dispersão foi ao redor de 45% aos 2,0 e 5,0 cm e de 35% na profundidade de 10,0 e 20,0 cm. A contribuição dos fungos como fator de mortalidade das sementes foi de cerca de 20%. As sementes que não foram predadas ou infectadas sobreviveram no solo (20-45%) durante os dois anos de avaliação, demonstrando longevidade longa no solo das sementes intactas. Fleck et al. (2001) observaram que fontes nitrogenadas diminuem a porcentagem e a velocidade de germinação.

3.2.4.3. Resultados experimentais

3.2.4.3.1. Emergência de guanxuma sob diferentes formas de manejo do solo

A emergência de plantas de guanxuma foi estimulada quando a palha foi queimada e não houve diferença entre a emergência em cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda, tampouco entre a emergência no solo com e sem revolvimento (Tabela 3.11) (SKORA NETO; CAMPOS, 2011).

No campo, nitrato de cálcio (500 kg ha^{-1}) aplicado a lanço sobre a palha de aveia-preta ou de ervilhaca-peluda não teve influência na emergência da guanxuma (Tabela 3.11). Em casa de vegetação, nessa mesma dose, o nitrato também não afetou a emergência, mas na maior dose a reduziu em 64% (Tabela 3.12).

Tabela 3.11. Emergência de guanxuma pelo efeito de plantas de coberturas aveia-preta e ervilhaca-peluda e formas de manejo do solo. Ponta Grossa – PR.

Manejo (solo)	Aveia-preta	Ervilhaca-peluda	Média
	Guanxuma (plantas m^{-2})		
Sem revolvimento	3	29	16 B
Com revolvimento	26	6	16 B
Fogo	332	137	234 A
Média	120 a	57 a	
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (500 kg ha^{-1})	0	11	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 3.12. Plantas de guanxuma emergidas em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda com adição de nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

Dose $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (kg ha^{-1})	Aveia-preta		Ervilhaca-peluda		Média
	N- NO_3 no solo (mg kg^{-1})	Guanxuma (plantas m^{-2})	N- NO_3 no solo (mg kg^{-1})	Guanxuma (plantas m^{-2})	Guanxuma (plantas m^{-2})
0	18	163	30	163	163 A
500	253	150	252	121	135 A
2.500	1.161	96	1.073	21	58 B
Média		136 a		101 b	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

3.2.4.3.2. Prevenção de produção de sementes de guanxuma na densidade populacional em anos sucessivos

No experimento para estudo de sobrevivência de plantas daninhas com dez anos de duração, apesar do alto declínio na população após o primeiro ano (Figura 3.13), houve grande variação na população de guanxuma nos anos seguintes, talvez devido à baixa densidade populacional desta espécie na área. No entanto, os dados sugerem período de emergência mais longo do que capim-marmelada, capim-colchão e leiteiro, notadamente no plantio convencional. Outro aspecto é a redução populacional da guanxuma, mesmo quando se permitia a produção de sementes das plantas daninhas.

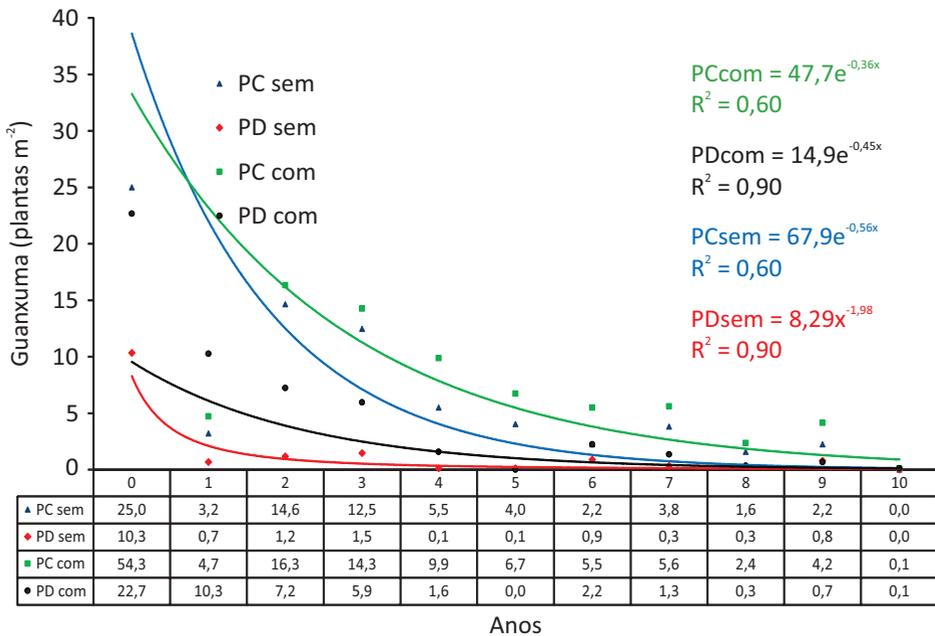


Figura 3.13. Densidade populacional de guanxuma, na cultura do milho, em plantio convencional sem (PC sem) e com ressemeadura (PC com) e plantio direto sem (PD sem) e com ressemeadura (PD com) ao longo de dez anos. Ponta Grossa – PR.

Essa redução, à semelhança do ocorrido com capim-colchão, pode-se explicar pela competição com outras espécies, principalmente com o capim-marmelada, que ocorria em alta população e que por ser bastante agressivo não permitia o desenvolvimento e reprodução da guanxuma (Figura 3.13).

Os dados do banco de sementes também mostram inconsistências, mas sugerem, pela maior quantidade de sementes na profundidade de 10-20 cm, principalmente em plantio direto (Tabela 3.13), que as sementes permanecem viáveis por período relativamente longo no solo, com baixa mortalidade por senescência das sementes.

Os dados do banco de sementes também indicam que a taxa de emergência é baixa e menor quando o solo não é revolvido, isto é, mais sementes ficam dormentes no solo em plantio direto.

Tabela 3.13. Sementes de guanxuma em três profundidades do solo, na cultura do milho. Ponta Grossa – PR.

Tratamentos		Profundidade (cm)	Sementes (m ⁻²)	
Plantio	Plantas daninhas		4º Ano	10º Ano
Plantio convencional	Controle total sem ressemeadura	0-5	44	22
		5-10	44	11
		10-20	156	22
Plantio direto	Controle total sem ressemeadura	0-5	44	44
		5-10	156	78
		10-20	289	133
Plantio convencional	Controle parcial com ressemeadura	0-5	0	33
		5-10	0	33
		10-20	67	67
Plantio direto	Controle parcial com ressemeadura	0-5	67	133
		5-10	178	278
		10-20	511	400

3.2.5. Poaia-branca

3.2.5.1. Dormência em poaia-branca

Embora seja espécie de ampla ocorrência no Brasil, há poucos estudos sobre sua biologia, especialmente dormência e longevidade. Alguns estudos com *Richardia scabra* indicam influência da impermeabilidade do tegumento, luz e temperatura como fatores que influenciam a germinação (PAUL et al., 1976). Levantamentos sobre flora infestante demonstram a ampla distribuição da poaia-branca em vários ambientes, sugerindo que a espécie apresenta banco de semente persistente no solo (ADEGAS et al., 2010; KISSMANN; GROTH, 2000).

3.2.5.2. Resultados experimentais

3.2.5.2.1. Emergência de poaia-branca sob diferentes formas de manejo do solo

A emergência de poaia-branca foi estimulada pelo fogo, reforçando a hipótese da impermeabilidade do tegumento. Não houve efeito das coberturas e tampouco do revolvimento do solo na emergência da poaia-branca (Tabela 3.14) (SKORA NETO; CAMPOS, 2011).

Tabela 3.14. Emergência de poaia-branca pelo efeito de plantas de coberturas aveia-preta e ervilhaca-peluda e formas de manejo do solo. Ponta Grossa – PR.

Manejo (solo)	Poaia-branca		
	Aveia-preta	Ervilhaca-peluda	Média
	(plantas m ⁻²)		
Sem revolvimento	2	84	43 B
Com revolvimento	99	47	73 B
Fogo	1.866	1.706	1.786 A
Média	656 a	612 a	
Ca(NO ₃) ₂ (500 kg ha ⁻¹)	0	22	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Em casa de vegetação houve efeito negativo do nitrato de cálcio na emergência da poaia-branca, na maior dose (Tabela 3.15).

Tabela 3.15. Plantas de poaia-branca emergidas em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda com adição de nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

Dose Ca(NO ₃) ₂ (kg ha ⁻¹)	Aveia-preta		Ervilhaca-peluda		Média
	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Poaia- branca (plantas m ⁻²)	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Poaia- branca (plantas m ⁻²)	Poaia- branca (plantas m ⁻²)
0	18	667	30	608	638 A
500	253	421	252	388	404 A
2.500	1.161	58	1.073	17	38 B
Média		382 a		338 a	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

3.2.5.2.2. Prevenção de produção de sementes de poaia-branca na densidade populacional em anos sucessivos

No experimento para estudo de sobrevivência de plantas daninhas com dez anos de duração, a redução populacional da poaia-branca foi menor do que em outras espécies, sugerindo maior longevidade desta espécie; houve maior emergência em plantio convencional.

Outro aspecto, à semelhança do ocorrido com o capim-colchão e guaxuma, é a redução populacional mesmo quando se permitia a produção de sementes das plantas daninhas; novamente, a razão seria o menor número de plantas e menor capacidade competitiva em relação às outras espécies, notadamente o capim-marmelada (Figura 3.14).

Os dados do banco de sementes indicam, pela maior quantidade de sementes na profundidade de 10-20 cm, principalmente em plantio direto nos tratamentos sem ressemeadura (Tabela 3.16), que as sementes permanecem viáveis por período relativamente longo no solo e com baixa mortalidade por senescência das sementes.

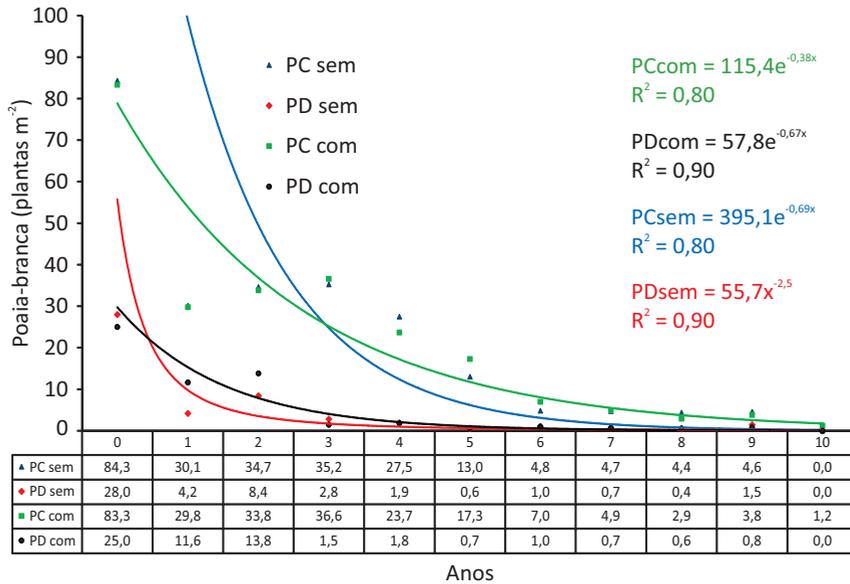


Figura 3.14. Densidade populacional de poaia-branca, na cultura do milho, em plantio convencional sem (PC sem) e com ressemeadura (PC com) e plantio direto sem (PD sem) e com ressemeadura (PD com) ao longo de dez anos. Ponta Grossa – PR.

Tabela 3.16. Sementes de poaia-branca em três profundidades do solo, na cultura do milho. Ponta Grossa – PR.

Tratamentos		Profundidade (cm)	Sementes (m ⁻²)	
Plantio	Plantas daninhas		4º ano	10º ano
Plantio convencional	Controle total sem ressemeadura	0-5	67	22
		5-10	67	33
		10-20	378	67
Plantio direto	Controle total sem ressemeadura	0-5	89	67
		5-10	444	11
		10-20	778	267
Plantio convencional	Controle parcial com ressemeadura	0-5	89	78
		5-10	156	100
		10-20	311	122
Plantio direto	Controle parcial com ressemeadura	0-5	22	100
		5-10	133	78
		10-20	400	156

3.2.6. Corda-de-viola

3.2.6.1. Dormência em corda-de-viola

Ipomoea triloba apresenta tegumento impermeável à água, o que lhe confere dormência das sementes até que haja ruptura do tegumento e penetração de água para iniciar a germinação (JAYASURIYA et al., 2007; PINHEIRO, 2010). Labonia (2008) não encontrou resposta à luz em sementes de corda-de-viola, porém Orzari et al. (2013) verificaram que as sementes são fotoblásticas negativas, isto é, germinam melhor no escuro.

Dureza do tegumento é característica de várias espécies de plantas daninhas em Fabaceae, Malvaceae e Convolvulaceae (BASKIN; BASKIN, 1998) e indica longevidade média a alta. Sementes a maiores profundidades, menos sujeitas à deterioração, são viáveis por longo período. Na natureza, estruturas especializadas localizadas na região do hilo e/ou micrópila agem como detectores da disponibilidade de água e a ruptura nestas estruturas quebra a dormência, permitindo a entrada de água e o início da germinação, em condições favoráveis (JAYASURIYA et al., 2007).

3.2.6.2. Emergência e longevidade de sementes de corda-de-viola

Segundo Orzari et al. (2013), sementes de corda-de-viola apresentam máxima germinação a temperaturas de 20-25°C. Egley e Chandler (1983) verificaram que 13% das sementes de *I. lacunosa* ainda estavam viáveis após 5,5 anos enterradas e que entre as espécies estudadas as com sementes duras eram as mais longevas. Parreira et al. (2009) estudaram o fluxo de emergência de *Ipomoea nil*, *I. quamoclit* e *Merremia cissoides* e observaram 5-10% de plantas emergidas no primeiro ano e recuperação de mais de 50% das sementes ainda viáveis após um ano de enterrio. Azania et al. (2003) não observaram efeito de KNO_3 na germinação.

3.2.6.3. Resultados experimentais

3.2.6.3.1. Emergência de corda-de-viola sob diferentes formas de manejo do solo

A emergência da corda-de-viola foi estimulada pelo fogo somente na cobertura com aveia-preta, o que pode ser devido à maior quanti-

dade de massa seca produzida pela aveia-preta em relação à ervilhaca e, portanto, o fogo foi mais intenso naquela cobertura. Não houve efeito das coberturas e tampouco do revolvimento do solo na emergência da corda-de-viola (Tabela 3.17) (SKORA NETO; CAMPOS, 2011).

Em casa de vegetação, não houve diferença significativa entre os tratamentos com nitrato (Tabela 3.18), talvez em função da menor população de corda-de-viola e conseqüentemente maior variabilidade dos dados.

Tabela 3.17. Emergência de corda-de-viola pelo efeito de plantas de coberturas aveia-preta e ervilhaca-peluda e formas de manejo do solo. Ponta Grossa – PR.

Manejo (solo)	Aveia-preta	Ervilhaca-peluda	Média
	Corda-de-viola (plantas m ⁻²)		
Sem revolvimento	10 B a	8 A a	9
Com revolvimento	48 B a	41 A a	45
Fogo	258 A a	31 A b	145
Média	105	27	
Ca(NO ₃) ₂ (500 kg ha ⁻¹)	0	17	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 3.18. Plantas de corda-de-viola emergidas em solo coletado sob cobertura de aveia-preta e ervilhaca-peluda com adição de nitrato de cálcio. Ponta Grossa – PR.

Dose Ca(NO ₃) ₂ (kg ha ⁻¹)	Aveia-preta		Ervilhaca-peluda		Média Corda-de-viola (plantas m ⁻²)
	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Corda-de-viola (plantas m ⁻²)	N-NO ₃ no solo (mg kg ⁻¹)	Corda-de-viola (plantas m ⁻²)	
0	18	125	30	152	139 A
500	253	72	252	168	120 A
2.500	1.161	65	1.073	47	56 A
Média		87 a		122 a	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

3.2.6.3.2. Prevenção de produção de sementes de corda-de-viola na densidade populacional em anos sucessivos

No estudo de redução populacional em sistema de preparo intensivo do solo houve redução exponencial de corda-de-viola (Figura 3.15), mas não tão acentuada e regular como em capim-marmelada (Figura 3.8), capim-colchão (Figura 3.10) e amendoim-bravo (Figura 3.12).

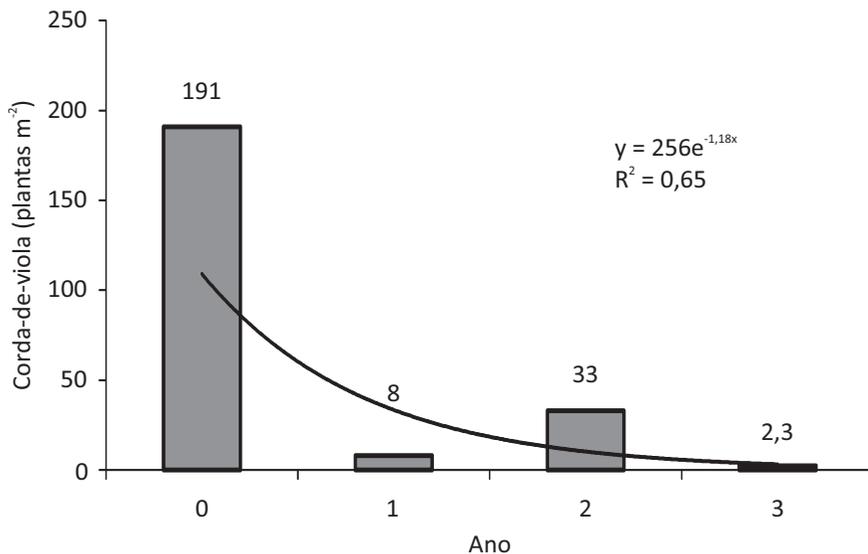


Figura 3.15. Redução da densidade populacional de corda-de-viola em área sem culturas, pelo controle das plantas emergidas, em sistema intensivo de revolvimento do solo. Ponta Grossa – PR.

3.2.7. Azevém

3.2.7.1. Dormência em azevém

Sementes de *Lolium multiflorum* possuem dormência inata e, para iniciar a germinação, necessitam de um período de maturação pós-colheita (MAIA, 2005). Este período é variável (meses) entre indivíduos e pode ser maior ou menor em função das condições ambientais de crescimento e maturação da planta-mãe. Também é variável em função do ambiente ao qual a semente está exposta (OGTR, 2017; REVERTE, 2010).

3.2.7.2. Longevidade de sementes de azevém

Azevém anual forma banco de sementes transitório (OGTR, 2017; MAIA et al., 2009). Maia et al. (2009) observaram que poucas sementes permaneceram viáveis após 732 dias de enterrio e que a maior parte das sementes teve sua dormência quebrada e germinaram no final do período de verão e começo do outono, com típico banco de sementes transitório, com pequena proporção de sementes persistentes.

3.2.7.3. Resultados experimentais

3.2.7.3.1. Prevenção de produção de sementes de azevém na densidade populacional em anos sucessivos

No sistema intensivo de preparo de solo, a população do azevém foi reduzida exponencialmente, com redução de 97% já no primeiro ano; nos anos seguintes, houve a emergência de somente poucas plantas (Figura 3.16), sustentando o caráter transitório da dormência nesta espécie.

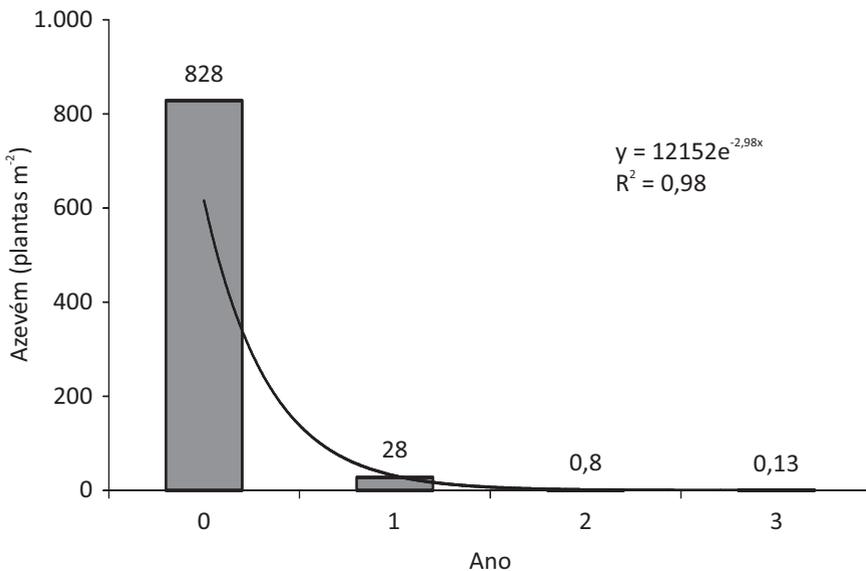


Figura 3.16. Redução da densidade populacional de azevém em área sem culturas, pelo controle das plantas emergidas, em sistema intensivo de revolvimento do solo. Ponta Grossa – PR.

3.2.8. Picão-preto

3.2.8.1. Dormência em picão-preto

Plantas de picão-preto produzem dois tipos de semente na mesma inflorescência: um tipo mais longo (sem ornamento no tegumento) e outro mais curto (com ornamento verrucoso no tegumento) (FORSYTH; BROWN, 1982) (Figura 3.17); o tipo mais longo é mais abundante e germina rapidamente, sendo indiferente à luz. O segundo tipo, menos comum, permanece dormente e possui vários mecanismos para evitar a germinação; após certo período no escuro, adquire sensibilidade à luz, não germinando no escuro ou no vermelho-distante. Tal mecanismo evita que a semente germine quando a luz do sol está com maior quantidade de ondas na região do vermelho-distante, o que ocorre no inverno ou quando há presença de outras plantas, situação em que o comprimento de onda da luz transmitida para abaixo da copa fica na faixa do vermelho-distante (AMARAL; TAKAKI, 1998; WHITAKER et al., 2010).

A escarificação do tegumento faz com que a semente perca esta sensibilidade à luz e estimula a germinação (FORSYTH; BROWN, 1982); isto pode ser para a semente germinar após algum tempo sem depender sempre da luz, pela escarificação mecânica natural no solo ou deterioração do tegumento por microrganismos. A melhor temperatura para a germinação situa-se entre 20°C e 30°C; em baixas temperaturas o metabolismo fica reduzido, sendo insuficiente para deflagrar o processo de germinação, o que evita a emergência das plantas durante os meses frios. No tegumento das sementes há uma substância inibidora de germinação que é solúvel em água, o que garantiria a emergência das plantas em condições de maior umidade, evitando os meses secos dos anos, principalmente no clima tropical. A concentração desses inibidores é maior nas sementes curtas (FORSYTH; BROWN, 1982).

A ocorrência dos dois tipos de sementes é variável e muito dependente das condições de desenvolvimento da planta-mãe (FORSYTH; BROWN, 1982; FENNER, 1991; AMARAL; TAKAKI, 1998); plantas produzindo sementes durante dias longos teriam mais sementes curtas com ornamento verrucoso como mecanismo para que menor quantidade de sementes germinem logo após a frutificação, em período que corresponderia ao inverno (FORSYTH; BROWN, 1982).

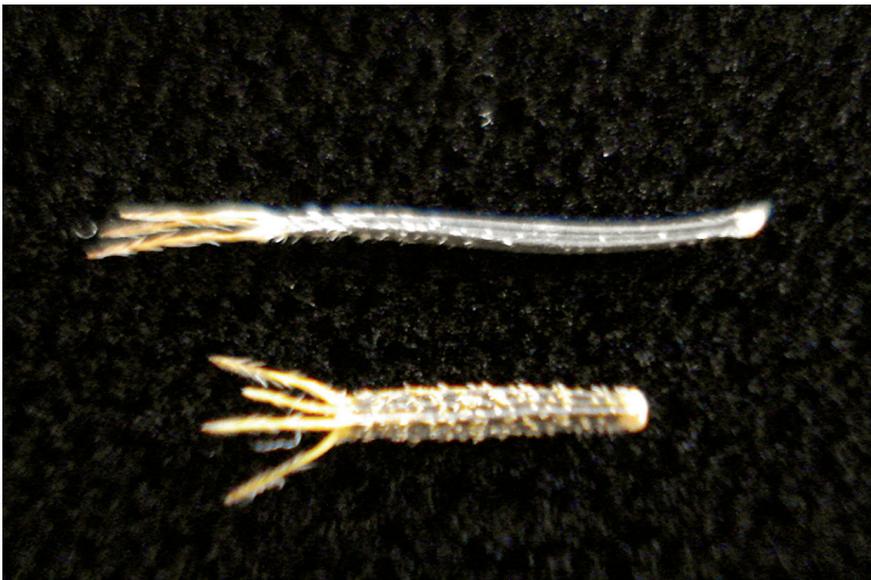


Figura 3.17. Dimorfismo em sementes de picão-preto.

3.2.8.2. Emergência e longevidade de sementes de picão-preto

Sahoo e Jha (1998), na Índia, verificaram redução de 66% na quantidade de sementes de picão-preto à profundidade de 2 cm no primeiro ano e, em maiores profundidades, redução mais lenta ao longo do tempo. Voll et al. (2001), em Londrina – PR, avaliaram o período de sobrevivência para redução até a 1% da população inicial que variou entre três e quatro anos, conforme o manejo. A maior porcentagem de germinação ocorre nos primeiros 2 cm de profundidade (SOUZA et al., 2009).

3.2.9. Trapoeraba

3.2.9.1. Dormência em trapoeraba

A propagação da trapoeraba via seminal ocorre por meio de quatro formas distintas de sementes: sementes aéreas (grandes e pequenas) e sementes subterrâneas (grandes e pequenas); acredita-se que a variabilidade, com número limitado de sementes subterrâneas, serve para garantir reprodução em condições de estresse (seca, por exemplo), enquanto as abundantes sementes aéreas são produzidas em condições ótimas. A germinação de sementes recém-colhidas é diferente entre os tipos: sementes aéreas pequenas germinam em menor proporção e sementes subterrâneas grandes são as que têm maior germinação (WALKER; EVENSON, 1985).

A dormência, em todos os diferentes tipos de sementes, é quebrada quando o tegumento é perfurado (WALKER; EVENSON, 1985). Estudos morfológicos da estrutura do tegumento e de germinação demonstram que a manutenção da integridade da cobertura externa da semente é necessária para preservar a dormência; sementes de trapoeraba germinam pela ruptura através da região micrópila (abertura no tegumento) e levantamento da embrioteca – uma estrutura calosa que cobre a micrópila e funciona como tampa (GODDARD et al., 2009). A luz aumenta a germinação, mas não é fator essencial (WALKER; EVENSON, 1985).

Além da reprodução seminal, plantas de trapoeraba também se regeneram facilmente a partir de pedaços do caule (enraizamento nos nós) e têm como característica a alta resistência ao ressecamento, permanecendo ainda capaz de se regenerar após longo período de desidratação; outra característica é sua boa tolerância ao sombreamento (KISSMANN, 1997; OLIVEIRA et al., 2014).

3.2.9.2. Emergência e longevidade de sementes de trapoeraba

Estudos de longevidade de sementes de trapoeraba no solo foram realizados por Riar et al. (2012). Observaram menos de 2% de viabili-

dade das sementes após quatro anos e sugeriram o controle da frutificação como mecanismo de manejo desta espécie para a redução drástica de seu banco de sementes no solo. Voll et al. (1997b), no entanto, verificaram que as taxas anuais de redução do banco de sementes variam conforme o manejo do solo, sendo maior em semeadura direta (SD), sem o uso de herbicidas (28,6% ao ano), do que em preparo convencional (PC) (19,3% ao ano), com estimativa de sobrevivência de 13,6 anos (em SD) e 21,3 anos (em PC) para redução a 1% do banco inicial.

3.3. Fluxos de Emergência

A possibilidade de prever a época de germinação das sementes e emergência das plantas é tópico de interesse para o manejo das plantas daninhas. Como a germinação da semente é dependente de condições favoráveis de umidade, temperatura e luz, seria possível aguardar a ocorrência destas condições e a emergência das plantas para então eliminá-las. No entanto, como visto anteriormente, o processo de germinação de sementes é também dependente de fatores intrínsecos e nem todas as sementes estão aptas a responder a estímulos externos ao mesmo tempo. Também, as sementes no solo não se encontram em ambiente uniforme, com variação no microclima em função da posição que se encontram no solo. Desta forma, a resposta das sementes aos fatores extrínsecos não ocorre simultaneamente para todas elas. No entanto, os estudos de fluxos de emergência demonstram, para várias espécies de plantas daninhas, que há períodos de maior germinação com picos de emergência em determinados períodos do ano. Portanto, aguardar a emergência das plantas daninhas, quando possível, e eliminá-las antes da semeadura da cultura poderia ajudar na diminuição da densidade durante o ciclo da cultura. A aplicação de estratégias de retardar ou antecipar a semeadura para fugir de épocas de maior emergência das plantas daninhas é mais difícil, pois os picos de emergência da maioria das espécies coincidem com as épocas de semeadura das culturas.

3.3.1. Fluxos de emergência

Nicolai (2009) estudou a emergência de dez espécies de plantas daninhas em dois locais do Estado de São Paulo, semeando mensalmente as espécies com distribuição a lanço e incorporação superficial no solo. Verificou que todas as espécies emergiram em alta porcentagem durante os meses com maiores temperaturas e precipitações, diminuindo a emergência nos meses mais frios e menos chuvosos, com alguma variação entre as espécies, dependendo da tolerância a menores temperaturas e umidade.

Blanco et al (1994) quando estudaram, no Estado de São Paulo, durante quinze meses, a emergência de seis espécies em condição de infestação natural, verificaram que para todas as espécies houve um período de alta porcentagem de emergência seguido por período de menor taxa de emergência. Para *Amaranthus viridis*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria plantaginea* e *Digitaria horizontalis* houve pico de emergência em outubro no primeiro ano, com drástica redução de emergência nos meses seguintes; *Eleusine indica* e *Eragrostis pilosa* emergiram com maior intensidade nos meses de dezembro e janeiro. No ano seguinte, o número de plantas emergidas foi bastante inferior e o pico para as primeiras espécies foi em setembro; para *E. indica*, em novembro e dezembro, e para *E. pilosa*, em dezembro.

Parreira et al. (2009) estudaram, em São Paulo, durante um ano, a emergência de três espécies de corda-de-viola semeadas em vasos de cerâmica enterrados no solo; verificaram variação de comportamento entre as espécies, mas para todas houve um pico de emergência no mês de outubro e outros picos menores distribuídos durante o ano. A emergência total (0-5 cm de profundidade) ao final do ano foi ao redor de 10%, com 55% de sementes recuperadas e 35% perdidas.

Rodrigues et al. (2000), em dois locais no Paraná (Londrina e Ponta Grossa), avaliaram durante dois anos a emergência de *Brachiaria*

plantaginea semeada em vasos de cerâmica enterrados no solo; à semelhança do observado por Blanco et al. (1994), ocorreram picos de agosto a dezembro e, no ano seguinte, foi bastante reduzida com pequenos picos no mesmo período. A partir de fevereiro, a emergência foi nula.

3.3.2. Resultado experimental com erva-quente

No estudo de fluxo de emergência de erva-quente no Sul do Estado do Paraná, em área com infestação natural, os picos foram maiores em outubro e novembro, seguido de picos menores desde o final de novembro até janeiro e muito pouca emergência a partir de fevereiro. A emergência da erva-quente ocorreu após períodos de chuvas e com temperaturas mínimas acima de 10°C (Figura 3.18) (SANTOS, 2010).

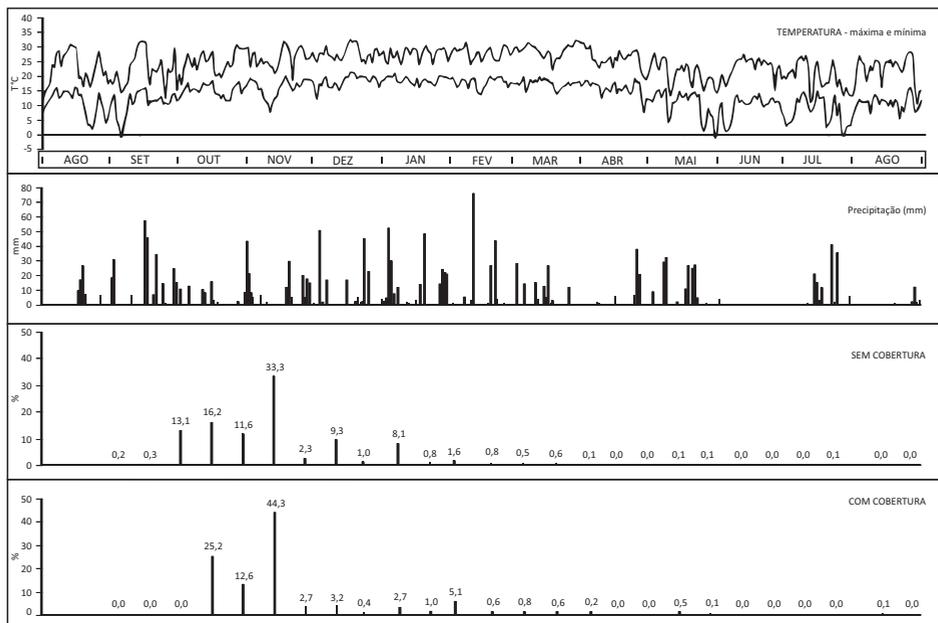


Figura 3.18. Temperaturas máximas e mínimas, precipitação pluviométrica e porcentagem da emergência anual da erva-quente em área sem e com cobertura vegetal. Ponta Grossa – PR.

3.4. Considerações Finais

A porcentagem de sementes persistentes é muito variável e depende das condições inerentes da semente e do ambiente onde estão expostas a variações de temperatura e umidade, presença de patógenos e predadores, sistemas de manejo (revolvimento ou não do solo), dentre outros fatores.

Como todas as espécies apresentadas neste capítulo apresentam alta porcentagem de sementes que germinam no primeiro ano após liberadas no ambiente (transitórias), o que as diferencia umas das outras, e o que é importante na definição de sistemas de manejo, é o percentual de sementes “persistentes de curta duração” (1 a 5 anos) e “persistentes de longa duração” (mais de 5 anos).

Assim, pode-se classificá-las em três categorias:

1. Espécies com baixa porcentagem de sementes persistentes de curta duração: capim-colchão, azevém e amendoim-bravo;
2. Espécies com alta porcentagem de sementes persistentes de curta duração e baixa porcentagem de sementes persistentes de longa duração: capim-marmelada e picão-preto; e,
3. Espécies com alta porcentagem de sementes persistentes de curta e de longa duração: poaia-branca, guanxuma, trapoeraba e corda-de-viola.

Deste modo, medidas de manejo objetivando reduzir o banco de sementes seriam ajustadas conforme a classificação nestas três categorias. As espécies classificadas no grupo I seriam as de mais rápido efeito de redução na população e as do grupo III exigiriam medidas de mais longo prazo.

Apesar da grande complexidade dos mecanismos de dormência das sementes e do grande número de fatores que influenciam a sua

longevidade no solo, o controle do banco de sementes por meio de práticas que evitem a ressemeadura das plantas é estratégia relevante para o manejo eficiente das plantas daninhas.

3.5. Referências

- AARESTRUP, J. R.; KARAM, D.; CORREA, E. J. A.; FERNANDES, G. W. Análise da viabilidade de sementes de *Euphorbia heterophylla*. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2008.
- ADEGAS, F. S.; OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V.; PRETE, C. E. C.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010.
- ADKINS, S. W.; BELLAIRS, S. M.; LOCH, D. S. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*, Wageningen, v. 126, p. 13-20, 2002.
- ALBORESI, A.; GESTIN, C.; LEYDECKER, M. T.; BEDU, M.; MEYER, C.; TRUONG, H. N. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in *Arabidopsis*. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v. 28, p. 500-512, 2005.
- ALMEIDA, F. S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. (Circular nº 53).
- AMARAL, A.; TAKAKI, M. Achene dimorphism in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) as determined by germination test. *Journal Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 11-16, 1998.
- ARC, E.; GALLAND, M.; GODIN, B.; CUEFF, G.; RAJJOU, L. Nitric oxide implication in the control of seed dormancy and germination. *Frontiers in Plant Science*, Lausanne v. 4, n. 346, p. 1-13, 2013.
- AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; PAVANI, M. C. M. D.; CUNHA, M. C. S. Métodos de superação de dormência em sementes de *Ipomoea* e *Merremia*. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 203-209, 2003.

BAKKER, J. P.; POSCHLOD, P.; STRYKSTRA, R. J.; BEKKER, R. M.; THOMPSON, K. Seed banks and seed dispersal: Important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandica*, Amsterdam, v. 45, p. 461-490, 1996.

BANNON, J. S.; BAKER, J. B.; ROGERS, R. L. Germination of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*). *Weed Science*, Champaign, v. 26, n. 3, p. 221-225, 1978.

BARRERO, J. M.; JACOBSEN, J. V.; TALBOT, M. J.; WHITE, R. G.; SWAIN, S. M.; GARVIN, D. F.; GUBLER, F. Grain dormancy and light quality effects on germination in the model grass *Brachypodium distachyon*. *New Phytologist*, Cambridge, v. 193, p. 376-386, 2012.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press, 1998. 666 p.

BEKKER, R. M.; BAKKER, J. P.; GRANDIN, U.; KALAMEES, R.; MILBERG, P.; POSCHLOD, P.; THOMPSON, K.; WILLEMS, J. H. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology*, Oxford, v. 12, n. 4, p. 834-842, 1998.

BENECH-ARNOLD, R. L.; SANCHEZ, R. A.; FRANK FORCELLA, F.; KRUK, B. C.; CLAUDIO, M.; GHERSA, C. M. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 67, p. 105-122, 2000.

BENTSINK, L.; KOORNNEEF, M. Seed dormancy and germination. *The Arabidopsis Book*, Washington, n. 6, p. 1-18, 2008.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1055 - 1066, 1997.

BISWAS, P. K.; DEVI, A.; ROY, P. K.; PAUL, K. B. Enzyme activity in dormant and nondormant large crabgrass *Digitaria sanguinalis* seeds following hydration. *Weed Science*, Champaign, v. 26, n. 1, p. 90-93, 1978.

BISWAS, P. K.; BELL, P. D.; CRAYTON, J. L.; PAUL, K. B. Germination behavior of Florida pusley seeds. I. Effects of storage, light, temperature and planting depths on germination. *Weed Science*, Champaign, v. 23, n. 5, p. 400-403, 1975.

BLANCO, H. G.; AREVALO, R. A.; BLANCO, F. M. G. Distribuição mensal da emergência de seis ervas daninhas em solos com e sem cultivos. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 78-83, 1994.

BRACCINI, A. L. Banco de sementes e mecanismo de dormência em sementes de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 36-66.

CALEGARI, A.; SKORA NETO, F.; MEDEIROS, G. B.; FIGUEIREDO, P. R. A. Manejo dos solos de baixa aptidão no sudoeste do Paraná. In: SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. *Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo*. 2. ed. Curitiba: SEAB, 1994. p. 1-21.

CARMONA, R.; VILLAS BÔAS, H. D. C. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 457-463, 2001.

CHACHALIS, D. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*): an emerging weed in cotton and processing tomato in Greece. *Hellenic Plant Protection Journal*, Athens, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2015.

CHAVARRIA, P. L. *Seed dormancy characteristics in six weed species as affected by after-ripening temperatures and field conditions*. 1986. Theses (Doctoral) - Iowa State University, Ames, 1986. 193 p.

- CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Dormancy, germination and emergence of *Sida rhombifolia* L. *Indian Journal of Weed Science*, Jabalpur, v. 40, n. 1/2, p. 6-10, 2008.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAETANO, R. S. X. Soil seed banks. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 55, p. 74-78, 1998.
- COOK, S. K.; REVERTE, R. A. Seed dormancy and emergence of *Lolium multiflorum* (Italian rye-grass), *Anisantha sterilis* (barren brome), *Bromus commutatus* (meadow brome), *Bromus secalinus* (rye brome) and *Bromus hordeaceus* (soft brome). *Aspects of Applied Biology*, Wellesbourne, v. 106, p. 47-54, 2011.
- COSTA, C. J.; ARAÚJO, R. B.; VILLAS BÔAS, H. D. C. Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 519-524, 2011.
- DANTAS, B. F.; ALVES, E.; ARAGÃO, C. A.; TOFANELLI, B. D.; CORRÊA, M. R.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* Hitchc.) tratadas com ácido giberélico. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 27-34, 2001.
- DAVIS, A. S. When does it make sense to target the weed seed bank? *Weed Science*, Champaign, v. 54, p. 558-565, 2006.
- DAVIS, A. S.; ANDERSON, K. I.; HALLETT, S. G.; RENNER, K. A. Weed seed mortality in soils with contrasting agricultural management histories. *Weed Science*, Champaign, v. 54, p. 291-297, 2006.
- DELOUCHE, J. C. *Dormancy in seeds of Agropyron smithii, Digitaria sanguinalis and Poa pratensis*. 1955. Theses (Doctoral) - Iowa State University, Ames, 1955.

- DYER, W. E. Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices. *Weed Science*, Champaign, v. 43, p. 498-503, 1995.
- EGLEY, G. H.; CHANDLER, J. M. Longevity of Weed Seeds after 5.5 years in the stoneville 50-year buried-seed study. *Weed Science*, Champaign, v. 31, n. 2, p. 264-270, 1983.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. *Handbook of seed technology for genebanks: compendium of specific germination information and test recommendations*. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1985. v. 2. (Handbooks for Genebanks, n. 3).
- FÁBREGAS, C. R. *Dinâmica do banco de sementes de Sida rhombifolia L. (Malvaceae) na região de Campinas*. 1998. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- FENNER, M. The effects of the parent environment on seed germinability. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 1, p. 75-84, 1991.
- FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JUNIOR, A. Efeito de fontes nitrogenadas e de luz na germinação de sementes de *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 3, p. 592-600, 2001.
- FOOTITT, S.; HUANG, Z.; CLAY, H. A.; MEAD, A.; FINCH-SAVAGE, W. E. Temperature, light and nitrate sensing coordinate *Arabidopsis* seed dormancy cycling, resulting in winter and summer annual phenotypes. *The Plant Journal*, [s. l.], v. 74, n. 6, p. 1003-1015, 2013.
- FOOTITT, S.; ÖLÇER-FOOTITT, H.; HAMBIDGE, A. J.; FINCH-SAVAGE, W. E. A laboratory simulation of *Arabidopsis* seed dormancy cycling provides new insight into its regulation by clock genes and the dormancy-related genes DOG1, MFT, CIPK23 and PHYA. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v. 40, p. 1474-1486, 2017.

FORSYTH, C.; BROWN, N. A. Germination of the dimorphic fruits of *Bidens pilosa* L. *New Phytologist*, Cambridge, v. 90, p. 151-164, 1982.

FREITAS, R. R. de.; CARVALHO, D. A. de.; ALVARENGA, A. A. de. Quebra de dormência e germinação de sementes de capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* Hitchc]. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v. 2, n. 2, p. 31-35, 1990.

GALLART, M.; VERDÚ, A. M. C.; MAS, M. T. Dormancy breaking in *Digitaria sanguinalis* seeds: the role of the caryopsis covering structures. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 36, n. 2, p. 259-270, 2008.

GAMA-ARACHCHIGE, N. S. *Physical dormancy in seeds, with special reference to geraniaceae: morpho-anatomy, development, physiology, biomechanics and classification of water-gap complexes*. 2013. Theses (Doctoral of Philosophy) - University of Kentucky, Kentucky, 2013. Disponível em: http://uknowledge.uky.edu/biology_etds/11. Acesso em: mar. 2017.

GIANFAGNA, F. J.; PRIDHAM, A. M. S. Some aspects of dormancy and germination of crabgrass. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, Genova, v. 58, n. 1, p. 291-297, 1951.

GODDARD, R. H.; WEBSTER, T. M.; CARTER, R.; GREY, T. L. Resistance of Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) seeds to harsh environments and the implications for dispersal by mourning doves (*Zenaida macroura*) in Georgia, USA. *Weed Science*, Champaign, v. 57, p. 603-612, 2009.

GOGGIN, D. E.; STEADMAN, K. J.; NEIL EMERY, R. J.; FARROW, S. C.; BENECH-ARNOLD, R. L.; POWLES, S. B. ABA inhibits germination but not dormancy release in mature imbibed seeds of *Lolium rigidum* Gaud. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 60, n. 12, p. 3387-3396, 2009.

- GOMEZ, J. M. *Glyphosate-tolerant Asiatic dayflower (Commelina communis L.): ecological, biological and physiological factors contributing to its adaptation to Iowa agronomic systems*. 2012. Dissertation (Master of Science) - Iowa State University, Ames, 2012.
- GONZALEZ, C. B.; HADDAD, C. R. B. Light and temperature effects on flowering and seed germination of *Commelina benghalensis* L. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 651-659, 1995.
- GONZÁLEZ-PALACIO, M. G. *Estudi de la dinàmica poblacional de Digitaria sanguinalis i de l'efecte del fong Ustilago syntherismae*. Theses (Doctoral) - Universitat Politècnica de Catalunya, Castelldefels, 2009.
- GONZÁLEZ-PALACIO, M. G.; GONZÁLEZ, A. M. C. V.; MAS SERRA, M. T. Tratamientos eficaces para romper la latencia de las semillas de *Digitaria sanguinalis*. In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGÍA, 11., [Zaragoza], 2007. *Anais [...]*. Zaragoza: SEMh, 2007. p. 35-38.
- HILL, E. C.; RENNER, K. A.; SPRAGUE, C. L. Impact of cereal rye and red clover on weed seed mortality. In: WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA ANNUAL MEETING, 2014, Vancouver. *Posters [...]*. Michigan: Michigan State University, 2014. Poster 63.
- HO, C.; LIN, S.; HU, H.; TSAY, Y. CHL1 Functions as a Nitrate sensor in plants. *Cell*, [New York], v. 138, n. 6, p. 1184-1194, 2009.
- JAYASURIYA, K. M. G. G.; BASKIN, J. M.; GENEVE, R. L.; BASKIN, C. C. Morphology and anatomy of physical dormancy in *Ipomoea lacunosa*: identification of the water gap in seeds of Convolvulaceae (Solanales). *Annals of Botany*, London, v. 100, p. 13-21, 2007.

JAYASURIYA, K. M. G. G.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Dormancy, germination requirements and storage behaviour of seeds of Convolvulaceae (Solanales) and evolutionary considerations. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 18, p. 223-237, 2008.

JAYASURIYA, K. M. G. G.; BASKIN, J. M.; GENEVE, R. L.; BASKIN, C. C. A proposed mechanism for physical dormancy break in seeds of *Ipomoea lacunosa* (Convolvulaceae). *Annals of Botany*, London, v. 103, p. 433-445, 2009.

KISSMANN, K. G. *Plantas infestantes e nocivas*. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. t. 1. 825 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. 2. ed. São Paulo: BASF, 2000. t. 3. 722 p.

KOBAYASHI, H.; OYANAGI, A. *Digitaria ciliaris* seed banks in untilled and tilled soybean fields. *Weed Biology and Management*, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 53-61, 2005.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 15, p. 281-307, 2005.

LABONIA, V. D. S. *Alguns aspectos de germinação e emergência de cinco espécies de plantas daninhas convolvuláceas e suas suscetibilidades a herbicidas quando aplicados sobre palha de cana-de-açúcar*. 2008. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008. 80 p.

LEWIS, J. Longevity of crop and weed seeds: survival after 20 years in soil. *Weed Research*, Oxford, v. 13, n. 2, p. 179-191, 2006.

LÓPEZ, F.; ASCENCIO, J.; LAZO, J. Evaluation of several scarification methods for dormancy rupture of *Euphorbia heterophylla* L. seeds in comparative studies of plants from Ecuador and Venezuela. *In:*

CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS., 17., 2005, Cuba. *Anais [...]*. Cuba: Cab Direct, 2005. p. 727-728.

MACHADO NETO, J. G.; PITELLI, R. A. Sowing depth and emergence in wild peanuts. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 11, p. 1203-1208, 1988.

MAIA, F. C. *Dinâmica do banco de sementes do solo em ecossistema campestre sob utilização agropecuária com soja e azevém anual*. 2005. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005. 99 p.

MAIA, F. C.; MAIA, M. S.; BEKKER, R. M.; BERTON, R. P.; CAETANO, L. S. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank dynamics in a no-till system. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 100-110, 2008.

MAIA, F. C.; MAIA, M. S.; BEKKER, R. M.; BERTON, R. P.; CAETANO, L. S. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: II. Longevity under natural conditions. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 123-128, 2009.

MASIN, R.; ZUIN, M. C.; OTTO, S.; ZANIN, G. Seed longevity and dormancy of four summer annual grass weeds in turf. *Weed Research*, Oxford, v. 46, p. 362-370, 2006.

McKEON, G. M. Pasture seed dynamics in a dry monsoonal climate, II. The effect of water availability, light and temperature on germination speed and seedling survival of *Stylosanthes humilis* and *Digitaria ciliaris*. *Australian Journal of Ecology*, Carlton, v. 10, n. 2, p. 149-163, 1985.

MONDO, V. H. V.; CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

MONQUERO, P. A. *Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate*. 2003. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003. 99 p.

MOREIRA, D. A. L. *Superação da dormência em sementes de Brachiaria humidicola cv. BRS Tupi durante o armazenamento*. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. 55 p.

NÉE, G.; KRAMER, K.; NAKABAYASHI, K.; YUAN, B.; XIANG, Y.; MIATTON, E.; FINKEMEIER, I.; SOPPE, W. J. J. DELAY OF GERMINATION1 requires PP2C phosphatases of the ABA signalling pathway to control seed dormancy. *Nature Communications*, London, v. 8, n. 72, 2017.

NICOLAI, M. *Fluxos de emergência, épocas de aplicação de herbicidas e sistemas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar*. 2009. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009. 158 p.

NORSWORTHY, J. K. Effect of tillage intensity and herbicide programs on changes in weed species density and composition in the southeastern coastal plains of the United States. *Crop Protection*, Guildford, v. 27, p. 151-160, 2008.

OFFICE OF THE GENE TECHNOLOGY REGULATOR (OGTR). The Biology of *Lolium multiflorum* Lam. (Italian Ryegrass), *Lolium Perenne* L. (Perennial Ryegrass) and *Lolium Arundinaceum* (Schreb.) Darbysh (Tall Fescue); Australian Government, Department of Health, Office of the Gene Technology: Canberra, Australia, 2017.

OLIVEIRA, P. N. D.; MATSUMOTO, S. N.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. D.; DÁREDE, L.; VIANA, A. E. S. Morphological plasticity of Benghal dayflower under an artificial light gradient. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v. 36, n. 1, p. 51-56, 2014.

- ORACZ, K.; BOUTEAU, H. E. M.; FARRANT, J. M.; COOPER, K.; BELGHAZI, M.; JOB, C.; JOB, D.; CORBINEAU, F.; BAILLY, C. ROS production and protein oxidation as a novel mechanism for seed dormancy alleviation. *Plant Journal*, Oxford, v. 50, p. 452-465, 2007.
- ORZARI, I.; MONQUERO, P.; REIS, F.; SABBAG, R.; HIRATA, A.; SORZARI, I. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.
- PARREIRA, M. C.; PAVANI, M. C. M. D.; ALVES, P. L. C. A. Fluxo de emergência de *Ipomoea nil* (L.) Roth., *Ipomoea quamoclit* (L.), *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. *Nucleus*, [Lahore], v. 6, n. 2, p. 83-98, 2009.
- PAUL, K. B.; CRAYTON, J. L.; BISWAS, P. K. Germination behaviour of Florida pusley seeds. 2: effects of germination-stimulating chemicals. *Weed Science*, Champaign, v. 24, n. 4, p. 349-352, 1976.
- PINHEIRO, R. T. *Superação da dormência de sementes e controle químico de cordas-de-viola (Ipomoea spp.) em soja resistente ao glifosato*. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. 73 p.
- PROBERT, R. J.; SMITH, R. D.; BIRCH, P. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of *Dactylis glomerata*. The role of the outer covering structures. *New Phytologist*, Cambridge, v. 100, p. 447-455, 1985.
- RENARD, C.; CAPELLE, P. Seed germination in Ruzizi Grass (*Bracharia ruziziensis*). *Australian Journal of Botany*, Melbourne, v. 24, n. 4, p. 437-446, 1976.
- REVERTE, R. A. *Understanding and combatting the threat posed by rye-grass (Lolium multiflorum) as a weed of arable crops*. Hertfordshire: HGCA, 2010. PhD summary report n. 18

RIAR, M. K.; WEBSTER, T. M.; BRECKE, B. J.; JORDAN, D. L.; BURTON, M. G.; TELENKO, D. P.; RUFTY, T. W. Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) seed viability in soil. *Weed Science*, Champaign, v. 60, n. 4, p. 589-592, 2012.

RODRIGUES, B. N.; PITELLI, R. A. Quebra de dormência em sementes de *Commelina benghalensis*. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 106-110, 1994.

RODRIGUES, B. N.; VOLL, E.; YADA, I. F. U.; LIMA, J. Emergência do capim-marmelada em duas regiões do estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 12, p. 2363-2373, 2000.

RODRIGUEZ, C.; GARCIA, M. A. Seed-bank dynamics of the tropical weed *Sida rhombifolia* (Malvaceae): incidence of seedling emergence, predators and pathogens. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 19, n. 4, p. 241-248, 2009.

SABILA, M. H.; GREY, T. L.; WEBSTER, T. M.; VENCILL, W. K.; SHILLING, D. G. Evaluation of factors that influence Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) seed germination and emergence. *Weed Science*, Champaign, v. 60, n. 1, p. 75-80, 2012.

SAHOO, U. K.; JHA, L. K. Effect of depth and duration of burial on seed viability and dormancy of *Bidens pilosa* and *Richardsonia pilosa*. *Seed Research*, New Delhi, v. 25, n. 1, p. 5-10, 1998.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. *Plant physiology*. 4 ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.

SALVADOR, F. L.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, A. S. R.; SIMONI, F.; SAN MARTIN, H. A. M. Efeito da luz e da quebra de dormência na germinação de sementes de espécies de plantas daninhas. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 303-308, 2007.

- SANTOS, J. A. B. *Práticas de manejo de erva-quente (Spermacoce latifolia Aubl.) na região centro-sul do Paraná*. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. 96 p.
- SKORA NETO, F. Efeito da prevenção de produção de sementes pelas plantas daninhas e da aplicação de herbicida em jato dirigido na densidade de infestação na cultura do milho em anos sucessivos. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 1-10, 2001.
- SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C. Emergência de plantas daninhas sob diferentes formas de manejo do solo. *Cadernos de Agroecologia*, [s. l.], v. 6, n. 2, 2011.
- SMITH, C. A.; SHAW, D. R.; NEWSOM, L. J. Arrowleaf sida (*Sida rhombifolia*) and prickly sida (*Sida spinosa*): germination and emergence. *Weed Research*, Oxford, v. 32, n. 2, p. 103-109, 1992.
- SOUZA, M. C.; PITELLI, R. A.; SIMI, L. D.; OLIVEIRA, M. C. J. Emergência de *Bidens pilosa* em diferentes profundidades de semeadura. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 29-34, 2009.
- SUDA, C. N. K.; PEREIRA, M. F. D. A. Sensibilidade à luz de sementes de *Euphorbia heterophylla* L. durante a germinação. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v. 9, n. 1, p. 61-66, 1997.
- THOMPSON, K.; BAND, S. R. HODGSON, J. G. Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, Oxford, v. 7, p. 236-241, 1993.
- TURNER, F. *Emergence timing and the effect of fertilization on the recruitment of large (Digitaria sanguinalis (L.) Scop.) and small (Digitaria ischaemum (Schreb.) ex Muhl.) crabgrass in residential turfgrass*. 2012. Dissertation (Master of Science) - University of Guelph, Guelph, 2012. 137 p.

VALIO, I. F. M.; KIRSZENZART, S. L.; ROCHA, R. F. Germination of achenes of *Bidens pilosa* L. I. Effect of light of different wavelengths. *New Phytology*, [s. l.], v. 71, n. 2, p. 677-682, 1972.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 17, p. 339-344, 1999.

VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F.; BARROS, R. S. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidas ao nitrato de potássio, hipoclorito de sódio, tiouréia e etanol. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 282-285, 1998.

VIVIAN, R.; GOMES JUNIOR, F. G.; CHAMMA, H. M. C. P.; SILVA, A. A.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Alternanthera tenella*, *Conyza bonariensis* e *Digitaria ciliaris*. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 507-513, 2008.

VIVIAN, R., SILVA, A. A.; GIMENES, JUNIOR, M.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L.; ADEGAS, F. S. Physiological germination aspects of *Commelina benghalensis* L. seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 162-168, 2002.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUDÊNCIO, C.; VOLL, C. E. *A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 85 p. (Documento, 260).

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* Hitchc. sob manejos de solo e de herbicidas 2. Emergência. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 1, p. 27-35, 1996.

- VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; QUINA, E.; KRZYZANOWSKI, F. C. Avaliação fisiológica de sementes de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. com procedimentos da superação de dormência. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 18, n. 2, p. 186-192, 1997.
- VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; QUINA, E.; KRZYZANOWSKI, F. C. Embebição e germinação de sementes de capim-marmelada *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 58-61, 1997.
- VOLL, E.; KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de populações de capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.) sob manejos de solo e de herbicidas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 4, p. 373-378, 1997a.
- VOLL, E.; KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de populações de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) sob manejos de solo e de herbicidas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 6, p. 571-578, 1997b.
- VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 171-178, 2001.
- WALCK, J. L.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; HIDAYATI, S. N. Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 15, p. 189-196, 2005.
- WALKER, S. R.; EVENSON, J. P. Biology of *Commelina benghalensis* L. in south-eastern Queensland. *Weed Research*, Oxford, v. 25, p. 245-250, 1985.

WEBSTER, T. M.; GREY, T. L. Growth and reproduction of Bengal dayflower (*Commelina benghalensis*) in response to drought stress. *Weed science*, Champaign, v. 56, n. 4, p. 561-566, 2008.

WESSON, G.; WAREING, P. F. The role of light in the germination of naturally occurring populations of buried weed seeds. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 20, n. 2, p. 402-413, 1969.

WESTERMAN, R.; WES, J. S.; KROPFF, M. J.; VAN DER WERF, W. Annual losses of weed seeds due to predation in organic cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 40, p. 824-836, 2003.

WHITAKER, C.; BECKETT, R. P.; MINIBAYEVA, F. V.; KRANNER, I. Alleviation of dormancy by reactive oxygen species in *Bidens pilosa* L. seeds. *South African Journal of Botany*, Pretoria, v. 76, p. 601-605, 2010.

WHITEMAN, P. C.; MENDRA, K. Effects os storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 10, n. 2, p. 233-242, 1982.

CULTIVOS DE COBERTURA NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

4.1. Introdução

O efeito exercido pelas plantas de cobertura sobre as plantas daninhas ocorre basicamente de duas formas: como cobertura morta ou cobertura viva.

Pelo efeito físico e alelopático, a cobertura morta afeta principalmente a germinação das sementes, alterando a densidade populacional e a composição florística das plantas daninhas. A cobertura viva tem grande efeito supressivo em praticamente todos os estágios do ciclo de vida das plantas daninhas.

O uso de plantas de cobertura teve grande avanço no sistema plantio direto frente à necessidade de se produzir palha para a formação de cobertura morta. Inicialmente, utilizavam-se espécies de cultivo de inverno que serviram ao propósito de formar palha para a cultura de renda no verão seguinte. As espécies mais plantadas nesta fase, semeadas isoladamente ou em misturas, foram:

- Gramíneas: aveia-preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e centeio (*Secale cereale*);

- Brássicas: nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*); e,
- Leguminosas: ervilhacas (*Vicia spp.*), tremoços (*Lupinus spp.*) e ervilha-forrageira (*Pisum sativum*).

Posteriormente, com a procura de um sistema de plantio direto com qualidade, foram avaliadas novas opções de espécies (principalmente adubos verdes de verão), além das de inverno, que apresentam desenvolvimento vegetativo rápido e podem ser inseridas em intervalos entre as culturas. Nesta modalidade, encontram-se entre as principais opções para formação de massa vegetal e cobertura do solo em períodos de curto pousio:

- Crotalária-juncea (*Crotalaria juncea*);
- Girassol (*Helianthus annuus*);
- Capim-moha (*Setaria italica*);
- Sorgo-forrageiro (*Sorghum bicolor*);
- Milheto (*Pennisetum glaucum*); e,
- Trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*).

Intercalar espécies em culturas de renda também se torna opção para maximizar os benefícios das plantas de cobertura; braquiária-ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*), em regiões de clima mais quente consorciada com a cultura do milho, tem se destacado com o propósito de produção de massa vegetal para cobertura do solo e fechamento de intervalos entre culturas.

Não deixar espaço para as plantas daninhas crescerem é importante não só durante o desenvolvimento da cultura, mas também nos intervalos entre elas. Usar culturas consorciadas e substituir os períodos de

pousio pela semeadura de plantas para cobertura do solo evita que as plantas daninhas capturem espaço e reabasteçam o banco de sementes.

O sucesso no uso dessas espécies estará relacionado com:

- O sistema de produção da região;
- O produtor;
- As condições climáticas; e,
- As características das plantas de cobertura.

4.1.1. Estudos com plantas de coberturas

No Paraná, o uso de plantas de cobertura teve grande impulso a partir da década de 1970 com o início do *Programa de Manejo e Conservação de Solos* e, simultaneamente, com as primeiras experiências do sistema plantio direto (DERPSCH et al., 1991; DERPSCH; CALEGARI, 1992). Nessa época, os estudos de plantas de cobertura visavam o controle da erosão e estudavam-se as espécies potenciais para inserção nos sistemas de produção predominantes no Estado. No plantio direto, estudavam-se espécies potenciais para a formação de palha. Nessa época, o IAPAR¹ realizou vários estudos do efeito das plantas de cobertura, principalmente da cobertura morta dessas espécies no manejo das plantas daninhas, sugerindo, inclusive, a possibilidade de redução (ou mesmo eliminação) do uso de herbicidas em áreas com manejo eficiente de plantas daninhas (ALMEIDA, 1981, 1985; 1988; 1991; ALMEIDA et al., 1984). Após a consolidação do plantio direto, verificou-se que, além do efeito das coberturas mortas, a necessidade de refinamento do sistema e estudos de plantas de cobertura associadas às culturas ou em intervalos entre elas era um dos requisitos ao que se denominava sistema de

¹Atualmente Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER (IDR-PARANÁ).

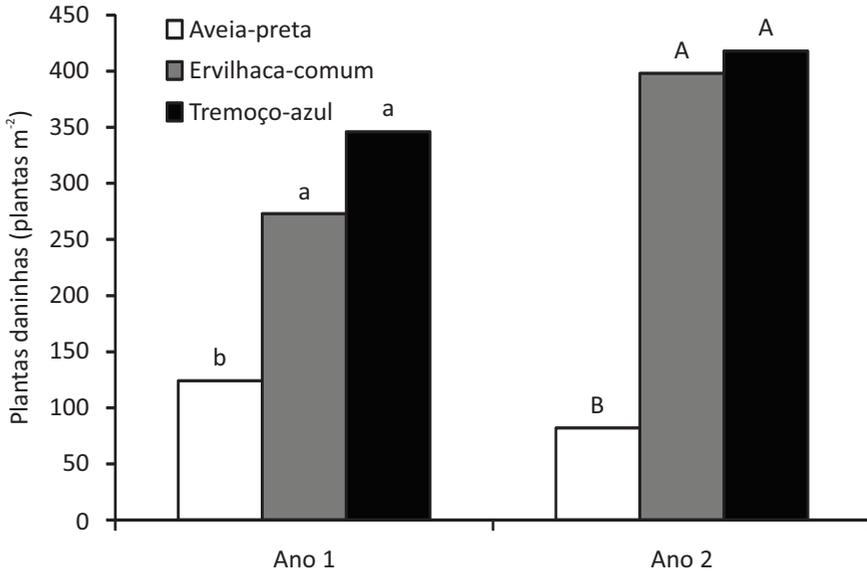
plantio direto de qualidade. Desde então, os estudos para o manejo de plantas daninhas se concentram, além da cobertura morta, também no efeito das coberturas vivas, como igualmente já visionado por Almeida (1988) em seus trabalhos com alelopatia.

4.2. Resultados Experimentais

4.2.1. Plantas de cobertura para formação de cobertura morta

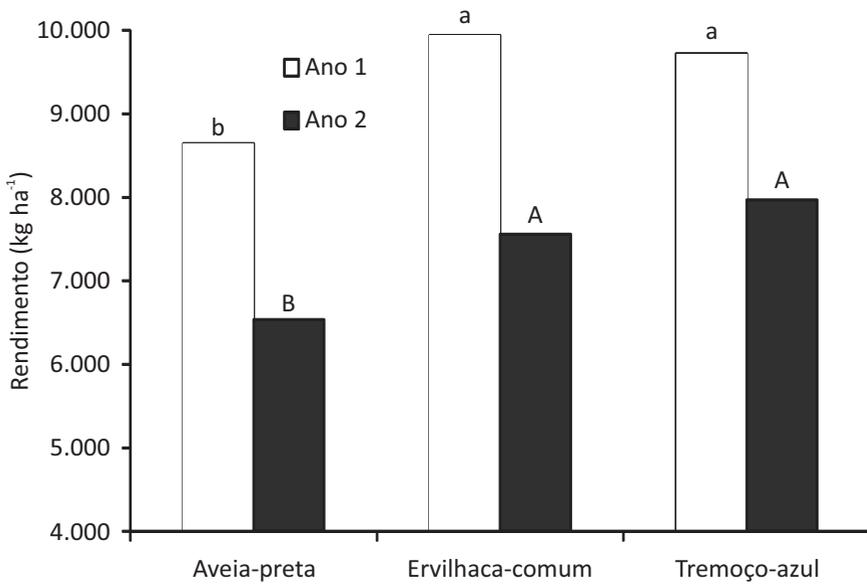
O efeito das coberturas mortas sobre as plantas daninhas, conforme observado por Almeida (1991), varia conforme o tipo de planta utilizada. Espécies com alta produção de matéria seca e com relação C:N maior, como as gramíneas, são mais eficientes na redução da densidade das plantas daninhas. Em estudo no qual durante dois anos se avaliou a infestação nas coberturas mortas de aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca-comum (*Vicia sativa*) e tremoço-azul (*Lupinus angustifolius*) (Figura 4.1) a palha de aveia-preta foi significativamente superior à das leguminosas na redução da densidade das plantas daninhas.

Entretanto, quando se analisa o rendimento do milho, as leguminosas são mais apropriadas (Figura 4.2). Quando se considera, então, um sistema mais equilibrado, leguminosas devem ser integradas ao sistema antecedendo culturas mais demandadoras de nitrogênio, como as gramíneas. A mistura de duas ou mais espécies, neste caso, para a formação da cobertura morta se torna mais relevante. A escolha da planta de cobertura dependerá da cultura em sequência, procurando obter os vários benefícios que possam advir da presença da cobertura morta. Ainda, para se definir quais plantas de coberturas utilizar, outros aspectos devem ser considerados, como a sincronização de ciclo entre as espécies e a proporção de plantas entre as espécies, para evitar a dominância de algumas.



Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula ou minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 4.1. Infestação total de plantas daninhas em cobertura morta de aveia-preta, ervilhaca-comum e tremoço-azul. Ponta Grossa – PR.

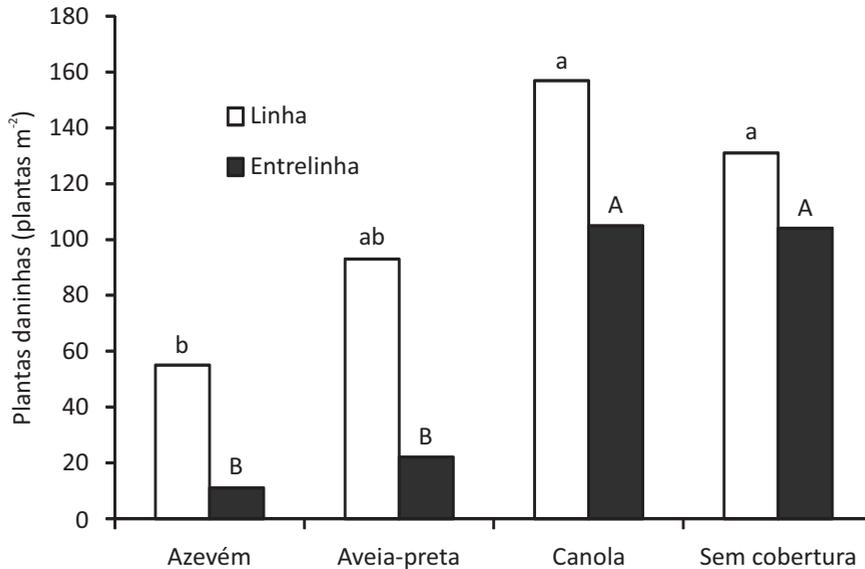


Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula ou minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 4.2. Rendimento de milho em cobertura morta de aveia-preta, ervilhaca-comum e tremoço-azul. Ponta Grossa – PR.

4.2.1.1. Infestação na linha e na entrelinha de semeadura

Além do efeito das diferentes coberturas mortas, também ocorre diferença de infestação na linha de semeadura e na entrelinha. Como há movimentação do solo na linha de semeadura, ocorre maior emergência de plantas daninhas na área revolvida (Figura 4.3).



Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula ou minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 4.3. Densidade de plantas daninhas na linha e entrelinha do milho em cobertura morta de azevém, aveia-preta, canola e área sem cobertura. Ponta Grossa – PR.

4.2.2. Manejo das plantas de cobertura para recobrimento da linha de semeadura

Para minimizar o efeito do revolvimento na linha de semeadura, estudou-se a possibilidade de recobri-la por meio de manejo das plantas de cobertura com roçadeira vertical trituradora ou rolo-faca após a semeadura da cultura e, não antes, como é comum. Isto é, a semeadura é feita com a cultura de cobertura ainda em pé. Esta é manejada com roçadeira vertical ou rolo-faca após a semeadura, de maneira que a palha da cultura cubra inclusive a linha que foi semeada.

O manejo da planta de cobertura (aveia-preta cv. Iapar 61) após a semeadura do feijão proporcionou melhor recobrimento da linha do que o manejo realizado antes da semeadura. Esse recobrimento foi alto em todos os tratamentos com palha, resultado do bom sistema de semeadura com pouco revolvimento na linha, pois foi realizada com disco e sem facão. Não houve diferença entre o uso do triturador e o rolo-faca (Figura 4.4).

Neste caso, a boa cobertura do solo se refletiu na baixa densidade das plantas daninhas emergidas tanto na entrelinha como na linha de semeadura (Figura 4.5), não se detectando diferença entre os tratamentos com palha.

O efeito supressivo da palha de aveia-preta na densidade das plantas daninhas ficou evidenciado no rendimento do feijão cv. IPR Tuiuiú. Mesmo nos tratamentos sem controle de plantas daninhas, o rendimento foi similar ao obtido com o uso de herbicida ou capina (Tabela 4.1).

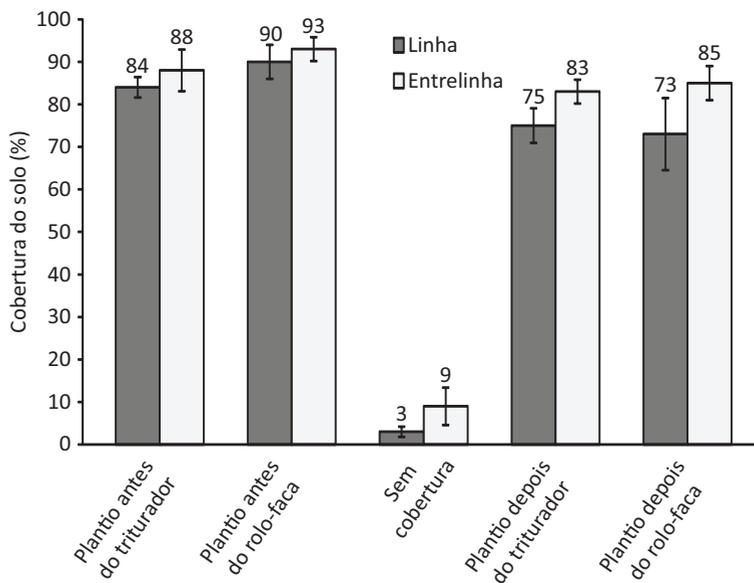


Figura 4.4. Cobertura do solo pela palha na linha e entrelinha do feijão em semeadura antes e depois do manejo da aveia-preta. Ponta Grossa – PR.

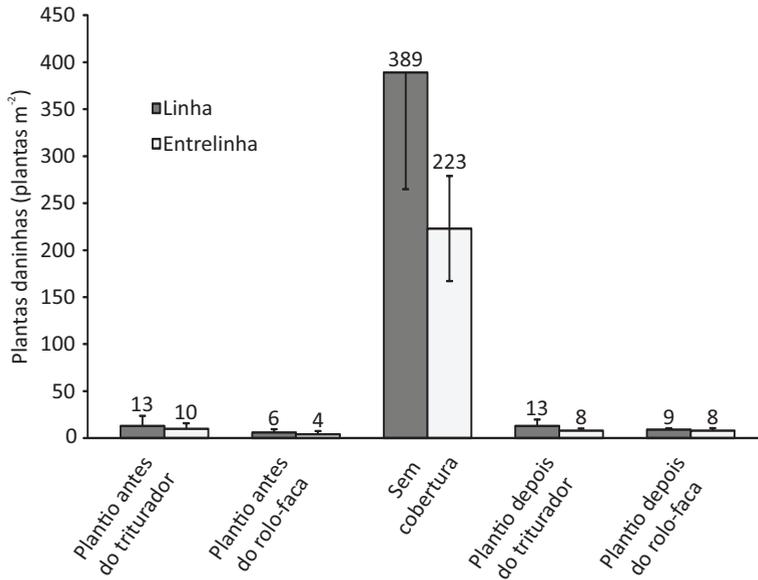


Figura 4.5. Densidade das plantas daninhas na linha e na entrelinha de feijão semeado antes e após o manejo da cobertura e na área sem cobertura. Ponta Grossa – PR.

Tabela 4.1. Rendimento de feijão cv. IPR Tuiuiú em semeadura antes e após o manejo da aveia-preta cv. Iapar 61 (*Avena strigosa*) em três modalidades de controle de plantas daninhas. Ponta Grossa – PR.

Manejo (cobertura)		Controle de plantas daninhas		
Época	Implemento	Herbicida	Sem controle	Capina
		Rendimento (kg ha ⁻¹)		
Após a semeadura	Triturador	3.248 A B a b	3.092 A b	3.640 A a
	Rolo-faca	3.718 A b a	3.328 A a	3.875 A a
Sem cobertura		4.152 A a	1.322 B b	3.822 A a
Antes da semeadura	Triturador	3.179 A B a	2.846 A a	3.267 A a
	Rolo-faca	2.753 B a	2.852 A a	3.075 A a

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora os resultados neste estudo indiquem a possibilidade de se fazer plantio direto sem o uso de herbicidas e somente baseado no efeito supressivo da cobertura morta, há dois aspectos a se considerar:

1. Nem sempre ocorrem situações tão favoráveis à supressão das plantas daninhas e ao desenvolvimento da cultura, portanto há risco de perdas no rendimento da cultura em áreas com alta infestação, se medidas de controle não forem adotadas; e,
2. Mesmo formando pouca massa de matéria seca à época da colheita (Tabela 4.2), indicando pouca ou nenhuma competição, estas plantas daninhas necessitam de controle para a continuidade do sistema.

Nas figuras 4.6, 4.7 e 4.8 pode-se visualizar os tratamentos sem planta de cobertura e com planta de cobertura (aveia-preta) manejada com triturador pós-semeadura.

O manejo das plantas de cobertura pós-semeadura ainda precisa ser mais bem estudado para verificar a funcionalidade da prática, com diferentes espécies e quantidades de matéria verde.

Neste estudo, o manejo foi realizado sem o uso de herbicidas dessecantes, mas em estudos exploratórios também foram observados bons resultados com triturador em pós-semeadura sobre plantas de cobertura dessecadas.

Tabela 4.2. Massa de matéria seca das plantas daninhas na época de colheita do feijão. Ponta Grossa – PR.

Manejo (cobertura)		Controle de plantas daninhas		
Época	Implemento	Herbicida	Sem controle	Capina
		Massa seca (kg ha ⁻¹)		
Após a semeadura	Triturador	10 A	605 B	8 A
	Rolo-faca	28 A	269 B	5 A
Sem cobertura		0 A	4.314 A	32 A
Antes da semeadura	Triturador	40 A	488 B	27 A
	Rolo-faca	24 A	880 B	24 A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

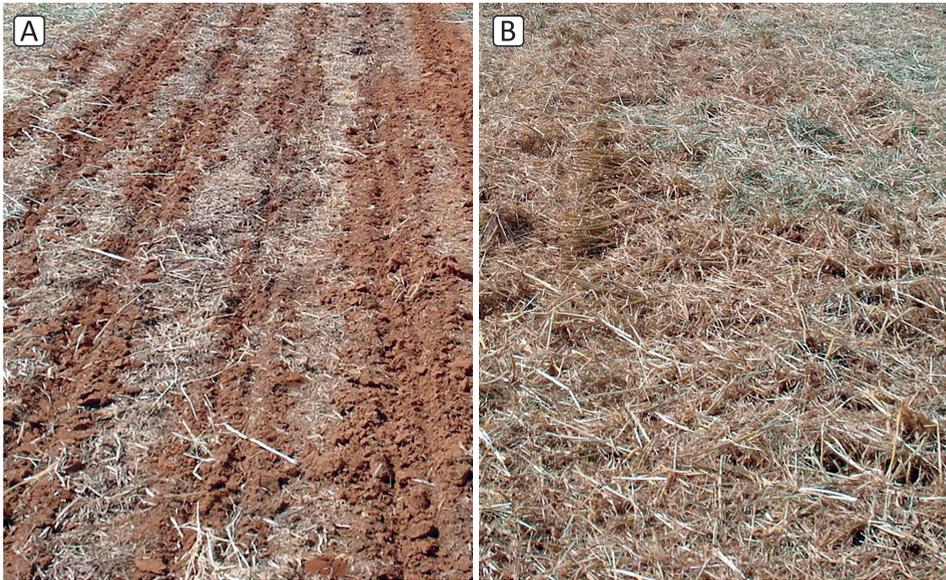


Figura 4.6. Aspecto da semeadura de feijão. A) Em área sem planta de cobertura; e, B) Em cobertura morta de aveia-preta manejada com triturador após a semeadura. Ponta Grossa – PR.

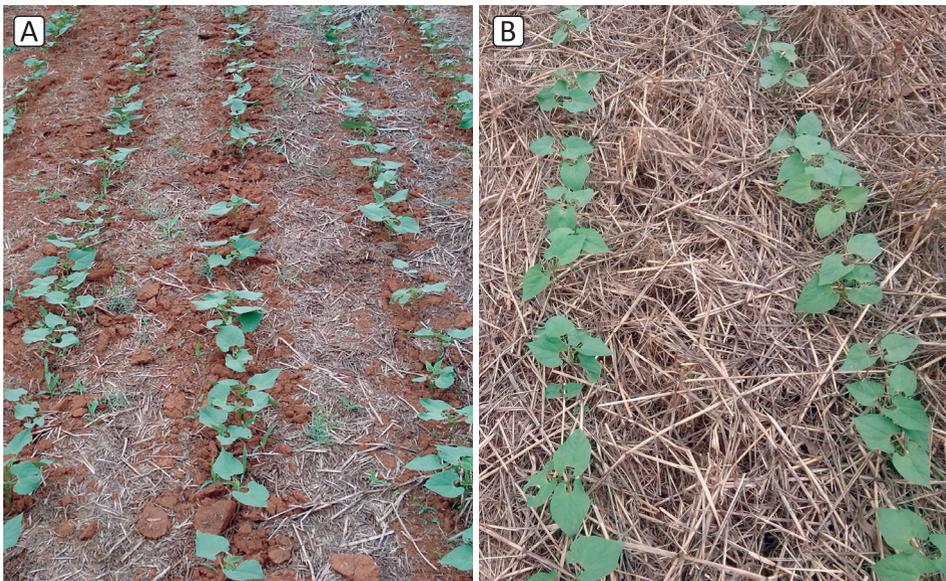


Figura 4.7. Emergência das plantas de feijão. A) Em área sem plantas de cobertura; e, B) Em área com aveia-preta manejada com triturador após a semeadura. Ponta Grossa – PR.



Figura 4.8. Infestação de plantas daninhas. A) Em área sem plantas de cobertura; e, B) Em área com cobertura morta de aveia-preta manejada após a semeadura. Ponta Grossa – PR.

4.2.3. Plantas de cobertura para intervalos entre culturas de renda

4.2.3.1. Plantas de cobertura para o período outonal antecedendo o trigo

Na Região Centro-Sul do Paraná há um intervalo de tempo, entre a colheita da cultura de verão (milho ou soja) e a semeadura do trigo, em que o solo ficaria em pousio. Para evitar a proliferação das plantas daninhas na área durante esse período, seria desejável ocupá-la com espécies de ciclo curto e rápido crescimento. Testou-se durante três anos, de 2011 a 2013, várias espécies cujos resultados em relação ao efeito no rendimento do trigo cv. IPR 144 estão resumidos na Tabela 4.3 (SKORA NETO; CAMPOS, 2017).

Tabela 4.3. Rendimento de grãos de trigo cv. IPR 144 semeados sobre cobertura morta de várias espécies. Ponta Grossa – PR.

Cobertura	Período (dias) entre a formação da cobertura morta e a semeadura do trigo			Rendimento médio (3 safras) (kg ha ⁻¹)
	30	15	0	
Girassol adensado	3.731	3.866	3.710	3.769 a
Crotalária-juncea	3.721	3.621	3.584	3.642 a b
Nabo-forrageiro	3.606	3.714	3.551	3.624 b
Ervilha-forrageira	3.669	3.707	3.336	3.571 b
Trigo-mourisco	3.581	3.636	3.586	3.601 b
Pousio (sem cobertura)	3.494	3.539	3.549	3.527 b
Média	3.634	3.681	3.553	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade. [Girassol (*Helianthus annuus*) cv. Catissol (40 kg ha⁻¹); Crotalária-juncea (*Crotalaria juncea*) (20 kg ha⁻¹); Nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) cv. IPR 116 (25 kg ha⁻¹); Ervilha-forrageira (*Pisum sativum*) cv. Iapar 83 (80 kg ha⁻¹); Trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*) cv. Altar (80 kg ha⁻¹)]. Todas as espécies semeadas no espaçamento de 0,20 m entrelinhas.

Kochhann et al. (2003), De Mori et al. (2003) e Voss et al. (2004) demonstraram vantagem do cultivo do trigo após nabo-forrageiro e ervilha-forrageira. Neste trabalho, entre as espécies testadas, também se destacou o girassol em semeadura adensado. Neste trabalho e outros estudos exploratórios também se observou que espécies de dias-curto (que florescem quando as noites ficam mais longas) como algumas crotalárias, guandu (*Cajanus cajan*) e milheto, não são recomendáveis para semeadura no período de outono, pois são induzidas à floração precoce e há baixa produção de biomassa.

Outra situação na Região Centro-Sul do Paraná é a ocupação da área após a colheita do feijão, que comumente ocorre em janeiro. Em janeiro e fevereiro as espécies de plantas de cobertura de verão (milheto e sorgos – sorgo-forrageiro ou capim-sudão e crotalária-juncea) ainda podem ser semeadas. Neste período, também se testou o uso de milho adensado (espaçamento entrelinhas de 20 cm com 5 a 6

plantas por metro linear), que resultou em produção de matéria seca ao redor de 8 t ha⁻¹, de fácil manejo, rápida cobertura do solo e excelente efeito supressor sobre as plantas daninhas.

Em condições climáticas de maior umidade e temperaturas mais baixas, características desta região, no entanto, não é recomendável a semeadura do trigo após espécies que formam densa camada de cobertura morta, a qual em invernos muito rigorosos com geadas fortes pode prejudicar as plantas de trigo.

Nas regiões mais quentes do estado há um período entre a colheita do trigo ou milho safrinha e a semeadura da soja. Como a colheita ocorre em meses mais secos do ano (julho e agosto), há dificuldade para as plantas de cobertura se estabelecerem. Para o milho safrinha, há a opção de intercalação com braquiária (milho x braquiária-ruziensis) ou aveia de ciclo longo (OLIVEIRA, 2001).

4.2.3.2. Plantas de coberturas no controle de buva

Uma das preocupações atuais é o desenvolvimento de resistência de algumas plantas daninhas ao herbicida glifosato. O pousio (área sem cultivo entre culturas de renda) tem sido associado como ambiente favorável à seleção de espécies resistentes. A buva (*Conyza* spp.) é uma espécie para a qual a resistência ao glifosato já foi identificada (MOREIRA et al., 2007). Para avaliar o efeito de coberturas vivas no controle da buva, testou-se durante o período de inverno a aveia-preta (*Avena strigosa*) cv. Iapar 61, triticale-forrageiro (*X triticosecale*) cv. Polo 981 e trigo (*Triticum aestivum*) cv. IPR 84, comparando-as com o pousio, em área com e sem aplicação de herbicida de manejo (glifosato) antes da semeadura. No triticale-forrageiro e aveia-preta, houve supressão total das plantas de buva. No trigo, por ser cultura “mais aberta”, e como não foi aplicado herbicida em pós-emergência, havia presença de plantas de buva, mas em quantidade inferior ao pousio (Figuras 4.9 e 4.10).

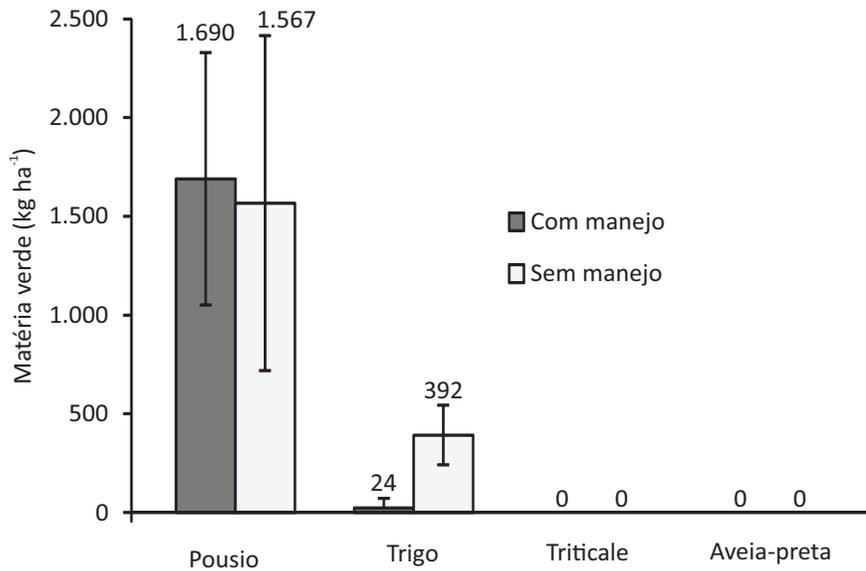


Figura 4.9. Matéria verde de buva em área em pousio e sob coberturas vivas de trigo, triticale-forrageiro e aveia-preta com e sem aplicação de herbicida dessecante de manejo antes da semeadura. Ponta Grossa – PR.



Figura 4.10. Infestação de buva durante o inverno. A) Em área mantida em pousio (sem plantas de cobertura); e, B) Com triticale-forrageiro. Ponta Grossa – PR.

O efeito supressor das plantas de cobertura sobre a buva também foi observado por Lamego et al. (2013). Esses autores relataram que o nabo-forrageiro e a ervilhaca-peluda foram as coberturas mais eficientes na supressão da buva. O mesmo benefício das coberturas na supressão da buva foi reportado por Constantin et al. (2013).

4.2.4. Plantas vivas em consorciação com culturas

O uso de plantas de cobertura é mais facilmente adotado em curtos intervalos de tempo entre culturas, porém mais difícil de ser aceito em substituição a uma cultura que gere renda. Neste caso, a opção pode ser o cultivo simultâneo de plantas de cobertura com as da cultura econômica. As espécies de plantas de cobertura que mais se adaptam a este sistema são aquelas de crescimento lento, para minimizar o efeito de competição, e de ciclo longo, para que possam ainda se desenvolver após a colheita da cultura econômica.

4.2.4.1. Consorciação de leguminosas com milho

Durante dois anos, estudou-se a consorciação de leguminosas semeadas em diferentes períodos do ciclo do milho. Foi avaliado o efeito no rendimento do milho e nas plantas daninhas (SKORA NETO, 1993).

São muitas as variáveis que influenciam no rendimento (espécies, densidade, fertilidade e clima), mas, de forma geral, o efeito da consorciação no rendimento do milho foi pouco acentuado e à medida que se atrasou a semeadura das espécies consorciadas, o efeito no rendimento do milho diminuiu ou se tornou insignificante (Figuras 4.11 e 4.12). Porém, quando se atrasou a consorciação, a interferência do milho sobre a espécie consorciada tornou-se mais acentuada, reduzindo-lhe a produção de matéria seca e consequente efeito nas plantas daninhas (Figuras 4.13 a 4.15). Estudos de consorciação de milho com braquiária também demonstram que perdas, ou não, no rendimento do milho e na produção de massa da braquiária variam conforme o sistema adotado e as condições de solo e clima (CECCON, 2013).

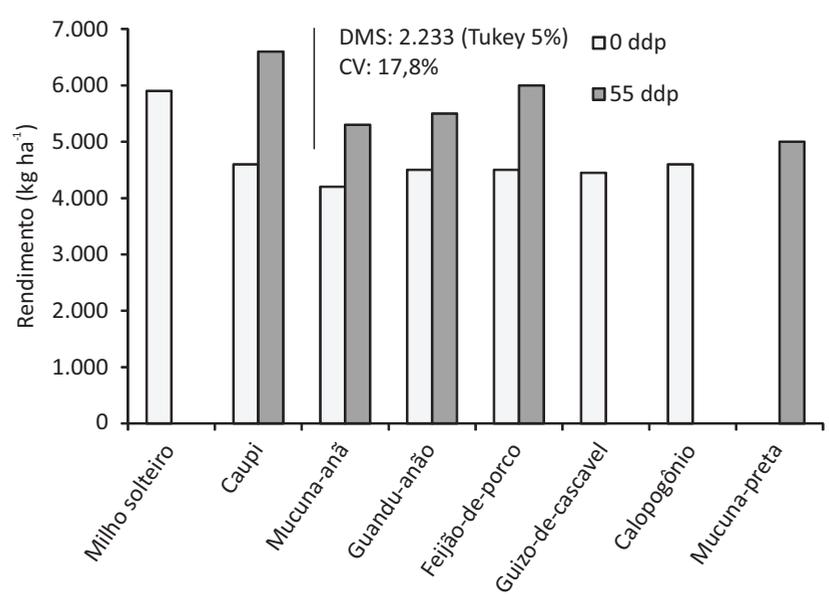


Figura 4.11. Rendimento de milho solteiro e consorciado com diferentes espécies de leguminosas. Ano 1. Pato Branco - PR.

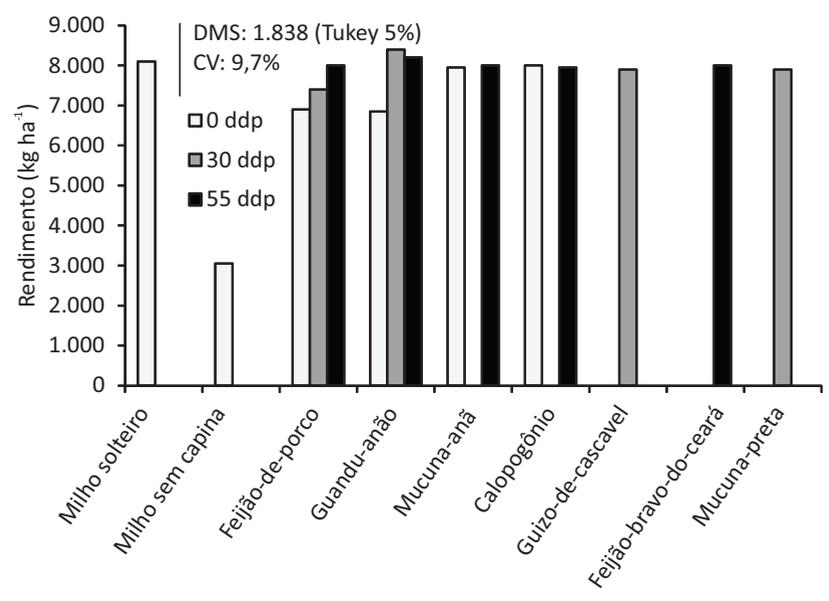


Figura 4.12. Rendimento de milho solteiro e consorciado com diferentes espécies de leguminosas. Ano 2. Pato Branco - PR.

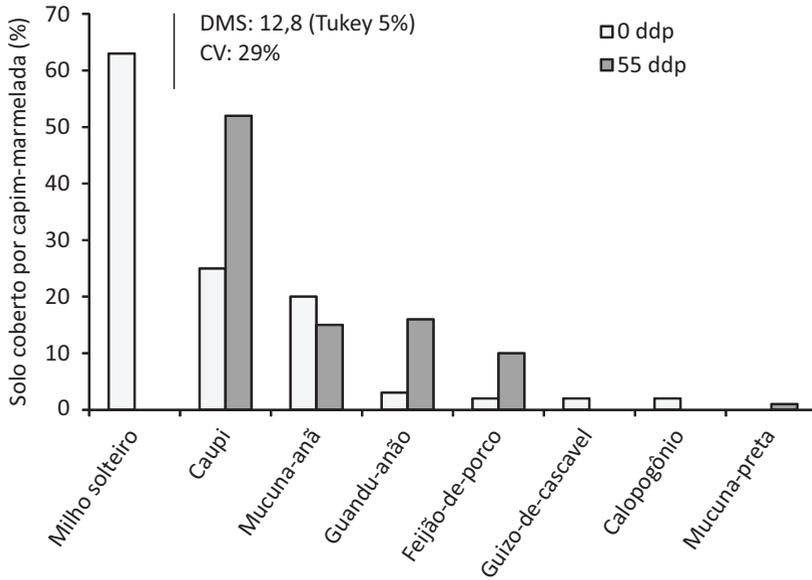


Figura 4.13. Percentagem de solo coberto por capim-marmelada na colheita do milho (150 dias depois do plantio - ddp). Ano 1. Pato Branco - PR.

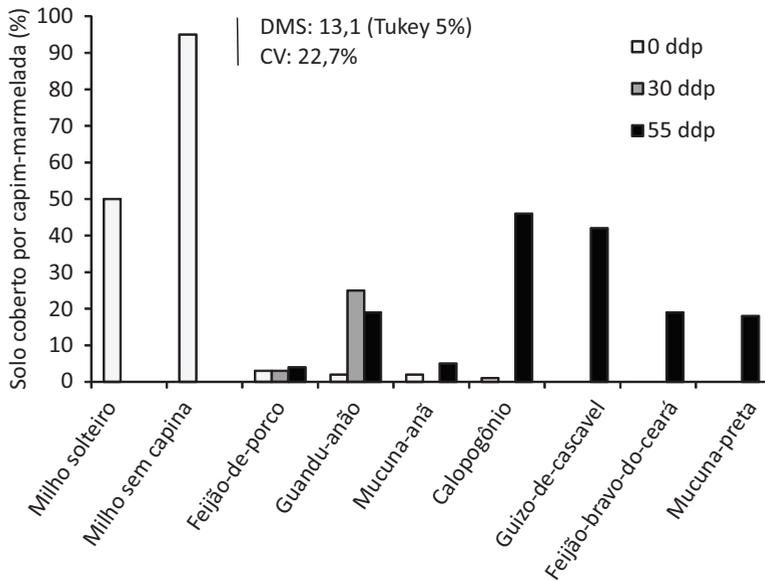


Figura 4.14. Percentagem de solo coberto pelo capim-marmelada na colheita do milho (150 dias depois do plantio - ddp). Ano 2. Pato Branco - PR.



Figura 4.15. Feijão-de-porco intercalado na cultura do milho. Pato Branco – PR.

Devido ao seu crescimento lento, as leguminosas utilizadas no consórcio não têm efeito sobre as plantas daninhas no início do ciclo do milho, sendo necessária alguma medida de controle. O controle pode ser feito por catação com enxada, em áreas com baixa densidade das infestantes, ou com herbicida seletivo às espécies consorciadas; a prática de consorciação sem controle das plantas daninhas em área com alta densidade torna-se inviável.

No sistema milho com braquiária, utiliza-se herbicida em dose reduzida para controlar as plantas daninhas e retardar o crescimento da braquiária, reduzindo seu efeito competitivo (CECCON, 2013). O mesmo procedimento pode ser adotado para outras espécies, mas a espécie consorciada deve ter algum nível de tolerância ao produto utilizado.

O efeito sobre as plantas daninhas no sistema de consorciação é observado ao final do ciclo e após a colheita da cultura, quando as plantas de cobertura deixam de sofrer a interferência do milho e têm vantagem competitiva sobre outras espécies, abafando seu desenvolvimento (Figuras 4.13 a 4.15). De maneira geral, o melhor efeito sobre as plantas daninhas foi em consorciação simultânea.

4.2.4.2. Consorciação de calopogônio e soja-perene com milho

Foi realizado estudo da consorciação de milho com calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) e soja-perene (*Glycine wrightii*) em semeadura simultânea e o controle das plantas daninhas com herbicida pré-emergente (S-metolachlor – dose normal) e capina (SKORA NETO, 2002). As leguminosas foram semeadas a lanço em área total imediatamente antes da semeadura do milho. Não houve efeito da consorciação no rendimento do milho cv. Iapar 51 (Figura 4.16).

Entre as leguminosas, calopogônio foi a que produziu mais massa de matéria seca e, em consequência, a que teve melhor efeito sobre as plantas daninhas (Figuras 4.17 a 4.19). A capina, pela dificuldade de realizá-la de forma seletiva, afetou mais as leguminosas que o herbicida, o qual foi seletivo ao calopogônio e à soja-perene.

No tratamento sem controle das plantas daninhas, houve supressão das leguminosas (Figura 4.17). Nesse ano, as leguminosas foram mortas por geadas, mas em anos com invernos mais amenos ou em regiões mais quentes podem perenizar e/ou produzir sementes e se estabelecer na área, podendo se comportar como infestantes. Portanto, antes da adoção da prática de consorciar calopogônio ou soja-perene com milho, é necessário avaliar os benefícios e possíveis inconvenientes desta prática.

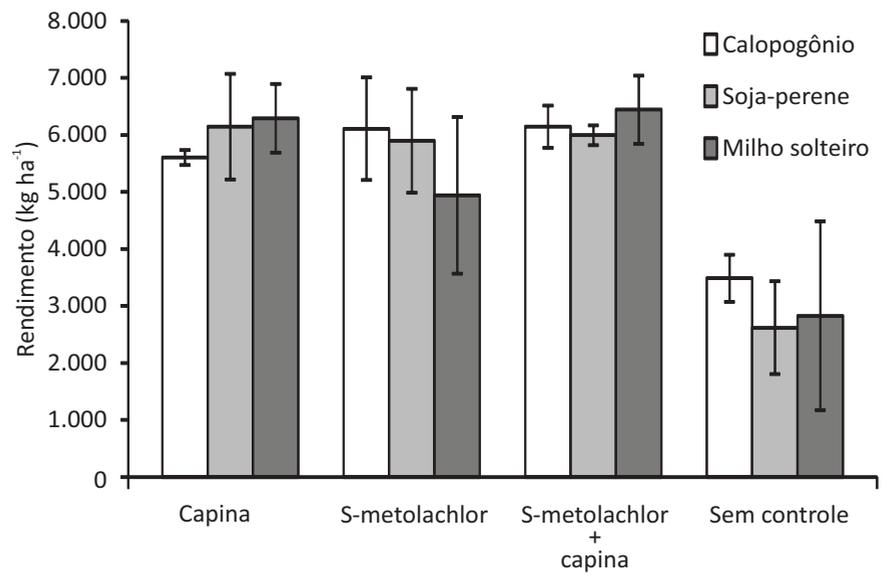


Figura 4.16. Rendimento do milho solteiro e consorciado com calopogônio e soja-perene em diferentes modalidades de controle. Ponta Grossa – PR.

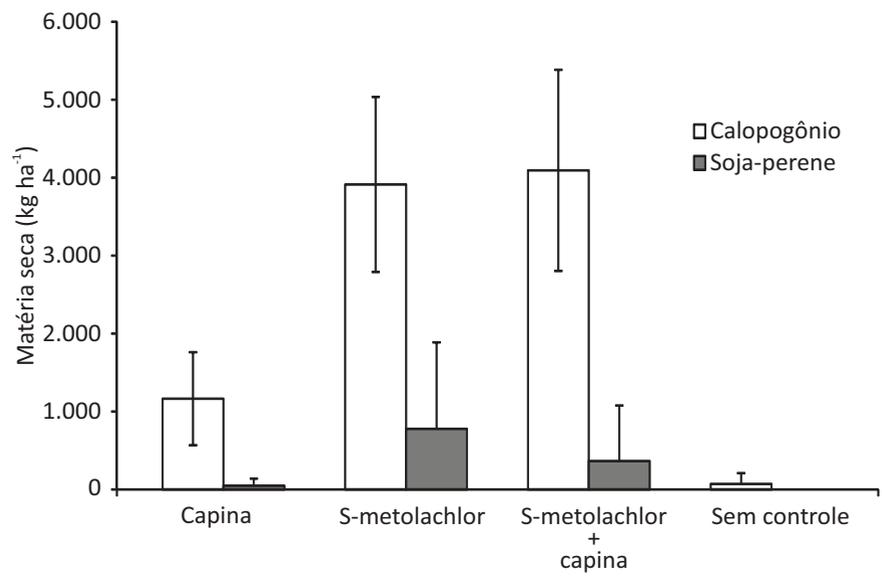


Figura 4.17. Matéria seca das leguminosas calopogônio e soja-perene consorciadas com o milho 60 dias depois da colheita. Ponta Grossa – PR.

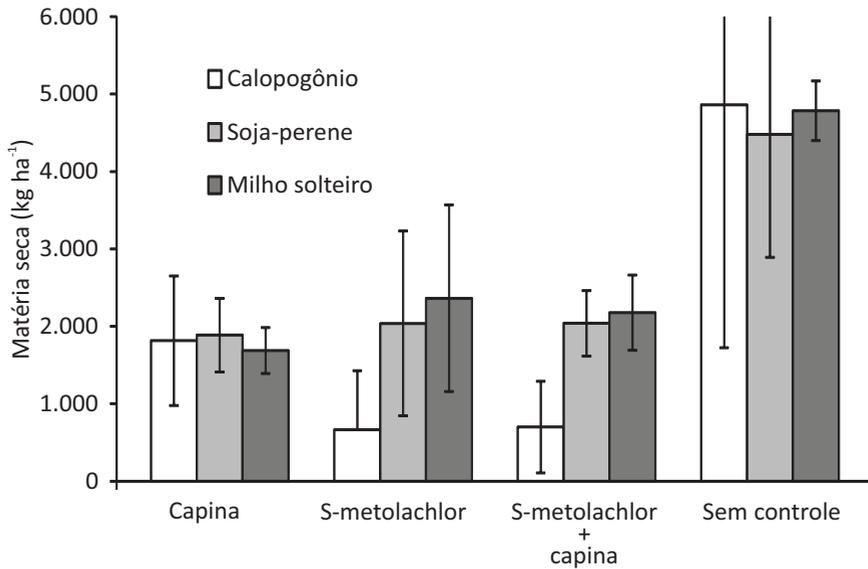


Figura 4.18. Matéria seca das plantas daninhas 60 dias depois da colheita do milho solteiro e consorciado com calopogônio e soja-perene. Ponta Grossa – PR.



Figura 4.19. Cobertura do solo pelo calopogônio 60 dias depois da colheita do milho. Ponta Grossa – PR.

4.2.4.3. Consorciação de guandu-anão com milho

Avaliou-se a consorciação de milho com guandu-anão cv. Iapar 43 Aratã cuja semeadura foi realizada nas entrelinhas do milho cv. IPR 164 em duas épocas: no mesmo dia da semeadura do milho e 30 dias após a emergência do milho (dde). Na primeira época de semeadura, o controle de plantas daninhas foi realizado com capina ou herbicida. Neste tratamento, aplicou-se nicosulfuron na dose de 16 g i.a. ha⁻¹ em pós-emergência das duas espécies (31 dde). Na segunda época de semeadura, o guandu foi semeado nas entrelinhas do milho 30 dias depois da emergência (dde) da cultura. O controle de plantas daninhas ocorreu com o mesmo herbicida, aplicado na dose de 28 g i.a. ha⁻¹, em pós-emergência do milho (31 dde) e pré-emergência do guandu.

Para a consorciação em semeadura simultânea de milho e guandu, houve pouco efeito do herbicida no desenvolvimento do guandu, não havendo diferença significativa na produção de matéria seca deste quando comparado ao tratamento capinado (Figura 4.20). Na semeadura do guandu imediatamente antes da aplicação do herbicida pós-emergente, houve redução na produção de matéria seca do guandu quando comparado à semeadura da primeira época; esta redução, no entanto, se deve à competição do milho e não ao herbicida.

De forma geral, a produção de matéria seca do guandu-anão foi baixa, o que se atribui à semeadura tardia do milho (novembro); como o guandu é uma planta de dia curto, na época da colheita do milho o guandu se encontrava em florescimento, com pouco desenvolvimento da parte aérea (Figura 4.21). Observou-se que há viabilidade do uso de herbicida neste sistema de consorciação e também que, para se obter todos os benefícios da prática, a semeadura do milho não deve ser tardia.

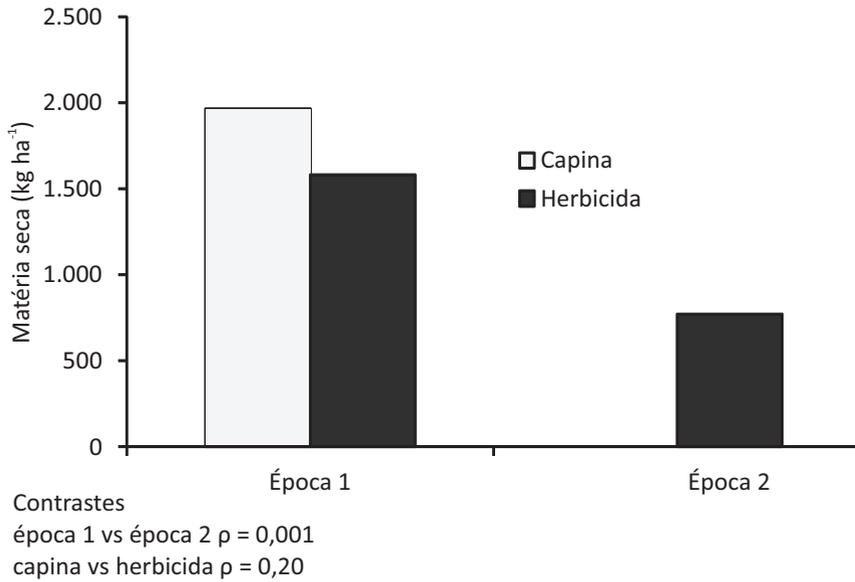


Figura 4.20. Matéria seca de guandu-anão na colheita do milho em semeadura simultânea (Época 1) e após a emergência do milho (Época 2 – 30 dde). Ponta Grossa – PR.

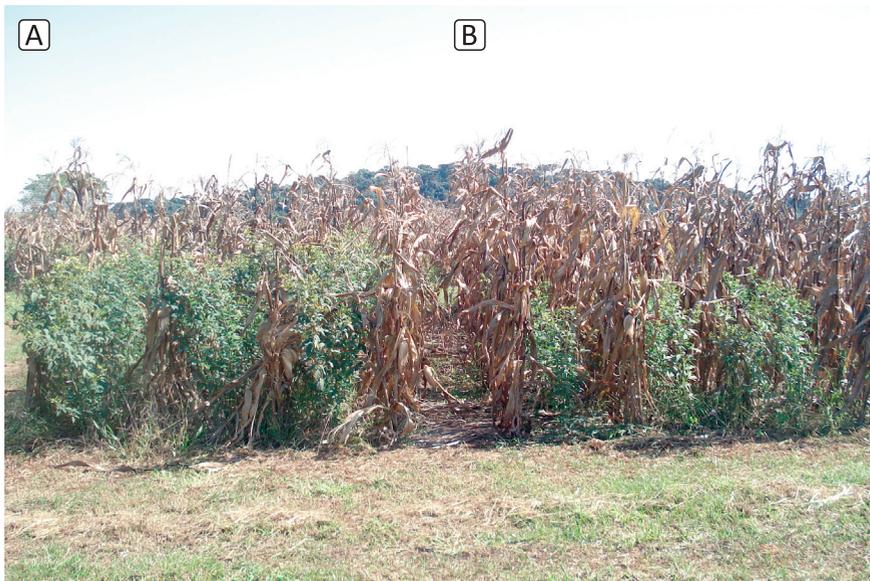


Figura 4.21. Aspecto do desenvolvimento do guandu-anão na época da colheita do milho. A) Semeadura simultânea; e, B) Semeadura após a emergência do milho (30 dde). Ponta Grossa – PR.

4.2.4.4. Coberturas verdes consorciadas com trigo

Estudou-se a consorciação simultânea de cornichão (*Lotus corniculatus*), trevo-vermelho (*Trifolium pratense*), trevo-branco (*Trifolium repens*) e serradela (*Ornithopus sativus*) com o trigo na região Centro-Sul e Sudoeste do Paraná durante dois anos.

O primeiro ano foi caracterizado por precipitação abaixo da média e, o segundo, com precipitação normal, o que se refletiu no rendimento do trigo e produção de matéria seca pelas leguminosas.

Não houve efeito da consorciação no rendimento do trigo (Figura 4.22). No entanto, em algumas situações que favoreçam o desenvolvimento das leguminosas, alguma perda no rendimento pode ser esperada (SHELLEY, 2016). A produção de matéria seca das leguminosas, à época da colheita do trigo, foi baixa nos dois anos (com exceção da serradela em Ponta Grossa – PR, no segundo ano). A baixa produção de matéria seca é consequência do crescimento lento dessas espécies e à competição exercida pelo trigo, sendo o efeito do trigo mais acentuado em anos secos.

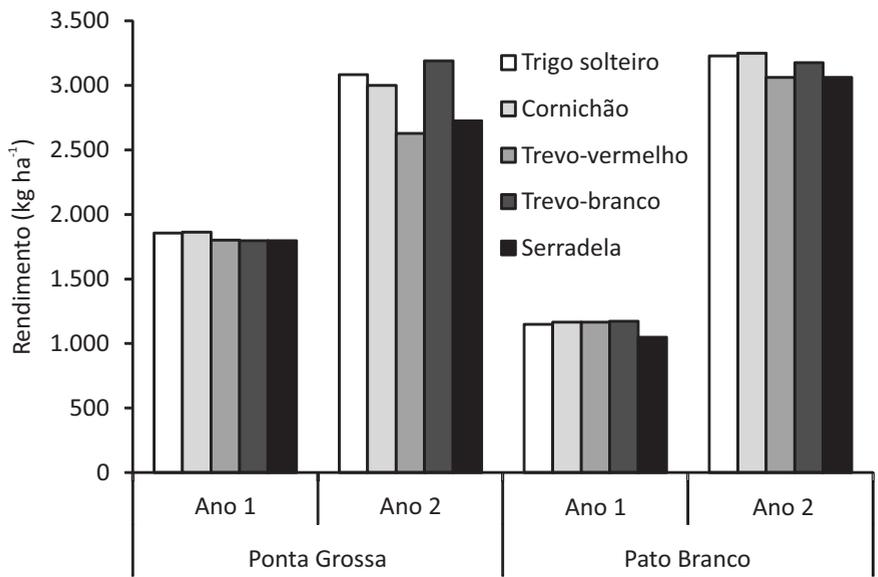


Figura 4.22. Rendimento do trigo solteiro e consorciado com cornichão, trevo-vermelho, trevo-branco e serradela em semeadura simultânea. Ponta Grossa e Pato Branco – PR.

Apesar da baixa produção de matéria seca das leguminosas à época da colheita do trigo, todas as espécies (à exceção do trevo-branco no primeiro ano em ambos os locais) estavam estabelecidas. Portanto, a prática é viável para o estabelecimento dessas espécies de crescimento lento (Tabela 4.4). É o que Tomm e Foster (2001) também observaram quando estudaram várias leguminosas intercaladas com trigo. As leguminosas, uma vez estabelecidas, desenvolver-se-ão após a colheita do trigo.

No entanto, para a produção de matéria seca, e como no Centro-Sul e Sudoeste do Estado o intervalo entre a colheita do trigo e a semeadura da safra subsequente é muito curto, não há tempo hábil para que aquelas espécies se desenvolvam e formem maior quantidade de massa. Diferentemente de regiões frias, com invernos rigorosos, onde o trevo em consórcio com trigo de inverno ainda terá um período longo para seu desenvolvimento até a semeadura de outra cultura, normalmente o milho (GIBSON et al., 2006).

Outro aspecto é em relação às plantas daninhas; neste trabalho, a infestação era baixa e não se utilizou nenhum método de controle. Em condição de alta densidade de plantas daninhas, estas devem ser controladas; bentazon apresenta seletividade a muitas leguminosas.

Tabela 4.4. Matéria seca das leguminosas consorciadas em semeadura simultânea com o trigo. Avaliação à época da colheita do trigo. Ponta Grossa e Pato Branco – PR.

Leguminosa	Matéria seca (kg ha ⁻¹)			
	Ponta Grossa		Pato Branco	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Cornichão	40	513	116	1.651
Trevo-vermelho	48	1.044	99	843
Trevo-branco	0	144	0	618
Serradela	519	3.977	178	1.083

4.3. Considerações Finais

Em sistemas de produção ecologicamente mais equilibrados, as plantas de cobertura desempenham papel fundamental.

São caracterizadas como plantas funcionais que, além dos benefícios na fertilidade (química, física e biológica) e no manejo de pragas e doenças, ainda são de grande utilidade como substitutas das plantas daninhas. Embora existam muitos estudos demonstrando as vantagens do uso de plantas de cobertura, ainda há necessidade de tornar esta prática mais atrativa. Precisam ser ajustadas aos sistemas de produção e de adoção simples, ter visíveis os benefícios advindos do seu uso e haver disponibilidade de sementes de boa qualidade a baixo custo.

4.4. Referências

ALMEIDA, F. S. Controle de ervas. *In*: IAPAR - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. *Plantio direto no estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 1981, 244 p. (IAPAR circular, 23).

ALMEIDA, F. S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 1988, 60 p. (IAPAR Circular, 53).

ALMEIDA, F. S. *Controle de plantas daninhas em plantio direto*. Londrina: IAPAR, 1991, 34 p. (IAPAR circular, 67).

ALMEIDA, F. S. Effect of some winter crop mulches on the soil weed infestation. *In: Proceedings*. British Crop Protection Conference – Weeds. p. 651-659. Brighton, England: British Crop Protection Council. 1985.

ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N.; OLIVEIRA, V. F. Influence of winter crop mulches on weed infestation in maize. SYMPOSIUM ON WEED PROBLEMS IN THE MEDITERRANEAN AREA, 3., 1984, Lisbon. *Proceedings* [...]. Lisbon: European Weed Research Society, 1984. p. 351-358.

BOLLIGER, A.; MAGID, J.; AMADO, T. J. C.; SKORA NETO, F.; RIBEIRO, M. F. S.; CALEGARI, A.; RALISH, R.; NEERGAARD, A. Taking stock of the brazilian zero-till revolution: a review of landmark research and farmers' practice. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 91, p. 47-110, 2006.

CECCON, G. (ed.) *Consórcio milho-braquiária*. Brasília: Embrapa, 2013. 175 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; MEDEIROS, D.; MONQUERO, P. A.; PASSINI, T. Plantas daninhas à cultura da soja: controle químico e resistência a herbicidas. In: CAMARA, G. M. (ed.). *Soja: tecnologia da produção*. Piracicaba: ESALQ, 2000. p. 179-202.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; OLIVEIRA NETO, A. M. de (ed.). *Buva: fundamentos e recomendações para manejo*. Curitiba: Omnipax, 2013. 104 p.

COUSENS, R.; MORTIMER, M. *Dynamics of weed populations*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 332 p.

DEEN, B.; SWANTON, C. J.; CHANDLESR, K. Weed control strategies for roundup ready soybeans. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. *Palestras [...]*. Londrina: SBCPD, 2002. p. 49-54.

DE MORI, C.; VOSS, M.; SANTOS, H. P.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. Aspectos econômicos do cultivo intercalar de nabo forrageiro às culturas de milho e de trigo. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE: PRODUCING IN HARMONY WITH NATURE, 2., 2003, Foz do Iguaçu. *Resumos expandidos [...]*. Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha: Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentable, 2003. v. 2, p. 164-167.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. *Plantas para adubação verde de inverno*. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (IAPAR Circular, 73).

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRA, N.; KÖPKE, U. *Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. Londrina: IAPAR, 1990. 272 p.

FERREIRA NETO, A.; MAROCHI, A. I. Eficácia biológica do herbicida glyphosate aplicado em duas épocas de desenvolvimento da soja Roundup Ready e da *Commelina benghalensis* em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. *Resumos* [...]. Londrina: SBCPD, 2002. p. 228.

GAZZIERO, D. L. P. *Manejo de plantas daninhas em áreas cultivadas com soja geneticamente modificada para resistência ao glyphosate*. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.

GIBSON, L.; SINGER, J.; BARNHART, S.; BLASER, B. *Intercropping winter cereal grains and red clover*. Ames: Iowa State University, 2006. Disponível em: <http://store.extension.iastate.edu/Product/intercropping-Winter-Grains-and-Red-Clover>. Acesso em: mar. 2017.

KLIEWER, I.; CASACCIA, J.; VALLEJOS, F. Viabilidade da redução do uso de herbicidas e custos no controle de plantas daninhas nas culturas de trigo e soja no sistema de plantio direto, através do emprego de adubos verdes de curto período. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, 1., 1998, Passo Fundo. *Resumos* [...]. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p. 10-12.

KOCHHANN, R. A.; SANTOS, H. P. dos; VOSS, M.; DENARDIN, J. E. *Rendimento de grãos de trigo cultivado em sequência ao adubo verde nabo-forrageiro*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 12 p. (Comunicado técnico on-line, 116). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co116.htm. Acesso em: mar. 2017.

LAMEGO, F. P.; KASPARY, T. E.; RUCHEL, Q.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate: coberturas de inverno e herbicidas em pré-semeadura da soja. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p. 433-442, 2013.

MOREIRA, M. S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

OLIVEIRA, E. Opções de forrageiras de entressafra e inverno em sistema de integração lavoura e pecuária. *Nupel*, Maringá, p. 1-19, 1 jun. 2001. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/forrageiras.pdf>. Acesso em: mar. 2017.

PATTERSON, D. T. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In: DUKE, S.O. *Weed physiology, reproduction and ecophysiology*. Florida: CRC Press, 1985. p. 102-129.

SHELLEY, K. Cover cropping: avoid clover competition when frost seeding medium red clover into winter wheat. *Wisconsin Crop Manager News*, Madison, 8 Mar. 2016. Disponível em: <http://ipcm.wisc.edu/blog/2016/03/cover-cropping-avoid-clover-competition>. Acesso em: mar. 2017.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R. Difusão de técnica para a melhoria da qualidade do plantio direto: impacto do projeto e bases referenciais para planejamento. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. *Sistema plantio direto com qualidade*. Londrina: IAPAR; Foz de Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 191-200.

SKORA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SKORA NETO, F. Efeito da prevenção de produção de sementes pelas plantas daninhas e da aplicação de herbicida em jato dirigido na

densidade de infestação na cultura do milho em anos sucessivos.

Planta Daninha, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 1-10, 2001.

SKORA NETO, F. Avaliação de S-metolachlor em plantio direto de milho consorciado com coberturas verdes. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002. Gramado. Anais [...]. Londrina: SBCPD, 2002. p. 279.*

SKORA NETO, F. Alteração populacional da flora infestante pelo manejo pós-colheita e ocupação de curtos períodos de pousio com coberturas verdes. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., São Pedro, 2004. Anais [...]. Londrina: SBCPD, 2004. CD-ROM.*

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C. Plantas de cobertura antecedendo a cultura do trigo. *Scientia Agraria Paranaensis, Acrelândia, v. 16, n. 4, p. 463-467, 2017.*

TEASDALE, J. R.; BRANDSÆTER, L. O.; CALEGARI, A.; SKORA NETO, F. Cover crops and weed management. *In: UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW, R. E. (ed.). Non-chemical weed management. Oxfordshire: CAB International, 2007. p. 49-64.*

TOMM, G. O.; FOSTER, R. K. Effect of intercropping wheat with forage legumes on wheat production and ground cover. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 465-471, 2001.*

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUDÊNCIO, C. A.; VOLL, C. E. *A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo.* Londrina: CNPSO, 2005. 85 p. (Documentos, Embrapa Soja, n. 260).

VOSS, M.; TOMM, G. O.; SANTOS, H. P.; WIETHÖLTER, S. *Ervilha-forrageira como adubo verde para o trigo: resultados preliminares.* Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 5 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 139).

CAPÍTULO 5

PLANTIO DIRETO SEM HERBICIDA

5.1. Introdução

O sistema plantio direto teve início com a expectativa de se realizar uma agricultura ecologicamente mais equilibrada em substituição ao modelo anterior, ambientalmente degradante, de revolvimento do solo. De fato, a evolução do sistema demonstrou inúmeros benefícios ambientais, tais como redução na perda de solo e água, melhora na fertilidade do solo e aumento de produtividade das culturas. No entanto, em um aspecto, a expectativa não se concretizou.

O controle de plantas daninhas, que se constituía em uma das principais limitações iniciais, logo se transformou em um dos baluartes dos defensores do sistema plantio direto. Resultados de pesquisa evidenciavam que o efeito conjunto do não revolvimento do solo e a presença dos resíduos vegetais formando as coberturas mortas, com distribuição uniforme sobre o solo, exercia forte impacto na comunidade de plantas daninhas. Esses resultados trouxeram a expectativa de uma agricultura de menor dependência aos herbicidas na atividade agrícola.

Com o passar do tempo, porém, o que se evidenciou foi um efeito contrário, trazendo, como consequência, críticas ao sistema pela total dependência do alto uso de herbicidas. Apesar da evolução, pelo

desenvolvimento de novos produtos para o controle das plantas daninhas e, ainda, o advento das diversas culturas resistentes aos herbicidas, quando mais do que nunca ficou tão fácil controlar as infestantes, o que se observou, com algumas exceções de agricultores mais esmerados, foi que as áreas agrícolas continuavam com alta densidade de plantas daninhas e, portanto, com alto consumo de herbicidas e, mais preocupante ainda, com surgimento acentuado de diversas plantas daninhas resistentes aos herbicidas.

Tornou-se mais atrativo simplificar o sistema, pela errônea compreensão de que única e exclusivamente pelo não revolvimento do solo seria suficiente para garantir uma agricultura sustentável. A rotação de culturas e a manutenção da cobertura do solo, premissas básicas do sistema, foram ignoradas. Também foram ignoradas as relações ecológicas das plantas daninhas com o meio, bem como o papel das rotações e das plantas de cobertura, pois se supunha que com os produtos e as tecnologias disponíveis, o desafio no manejo das plantas daninhas estaria eliminado.

Diante desse contexto, a busca por um sistema plantio direto de qualidade ou, mais além, um plantio direto sem herbicida ou agroecológico torna-se desejável, mas também se torna necessário definir as bases tecnológicas para sua viabilidade. Para além dos aspectos ideológicos de uma agricultura sustentável, sistemas de produção técnica e economicamente consolidados e atrativos devem estar disponíveis para os agricultores.

5.1.1. Estudos visando redução no uso de herbicidas

O plantio sobre a palha iniciado a partir da década de 1970 desencadeou a realização de uma série de trabalhos no IAPAR visando um manejo eficiente das plantas daninhas neste sistema. A busca

de espécies mais apropriadas para a supressão das espécies infestantes por meio de efeito físico e/ou alelopático e a possibilidade de reduzir o uso de herbicidas fizeram parte desses estudos (ALMEIDA, 1981; 1985; 1988; 1991; ALMEIDA et al., 1984). Trabalhos realizados no município de Ponta Grossa – PR (Figura 5.1) e de Londrina – PR (Figura 5.2) foram as primeiras tentativas de reduzir ou eliminar o uso de herbicidas.

Com os resultados desses trabalhos ficou evidente que, apesar dos efeitos das coberturas mortas na redução de infestação de plantas daninhas, a simples mudança do sistema tradicional de uso de herbicidas para um sistema sem uso de herbicida não seria viável e que mais estudos e estratégias seriam necessários.

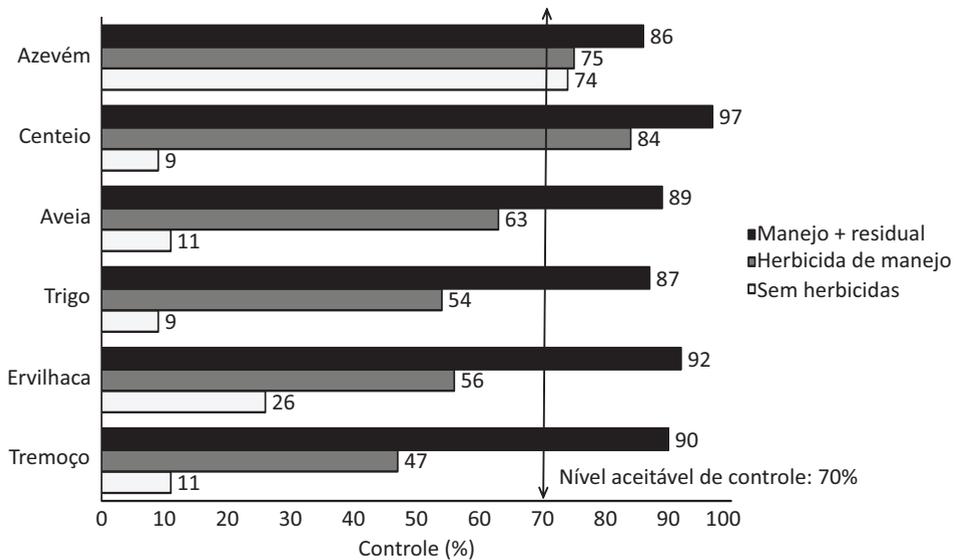
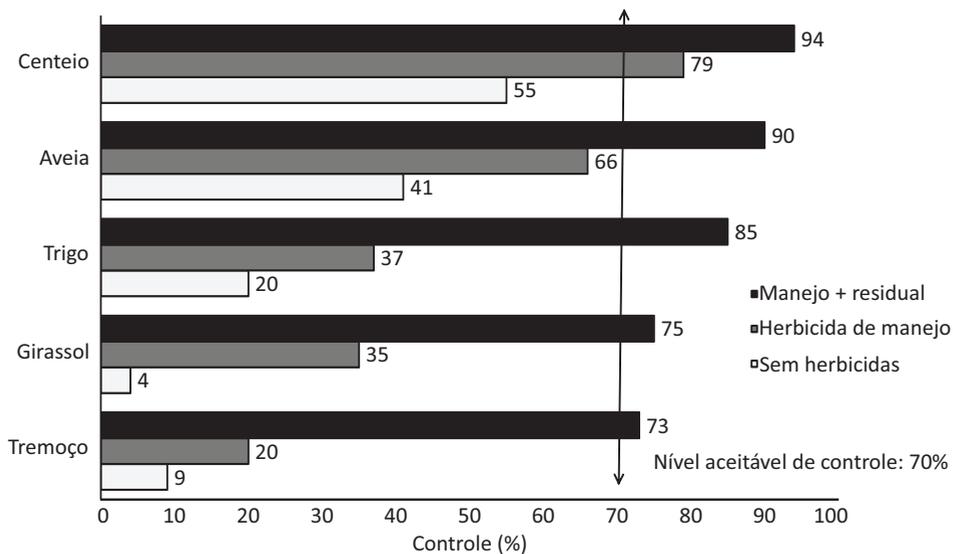


Figura 5.1. Porcentagem de controle das plantas daninhas na cultura do milho, 38 dias após a semeadura em cobertura morta de azevém, centeio, aveia-preta, trigo, ervilhaca-peluda e tremoço-branco. Ponta Grossa – PR.



Fonte: Adaptada de Almeida et al. (1984).

Figura 5.2. Porcentagem de controle das plantas daninhas na cultura do milho, 38 dias após a semeadura em cobertura morta de centeio, aveia-preta, trigo, girassol e tremoço-branco. Londrina – PR.

5.2. Resultados Experimentais

Para o sistema plantio direto sem uso de herbicidas há que se considerar duas fases durante o ciclo agrícola:

1. Manejo da cobertura vegetal, antes da semeadura das culturas; e,
2. Controle das plantas daninhas durante o ciclo das culturas.

5.2.1. Manejo mecânico das plantas de cobertura

A semeadura em sistema plantio direto pode ser feita sobre a palha da cultura colhida, após aplicação de herbicida para controle das plantas daninhas presentes, em pré-semeadura da próxima cultura. Em alguns casos, o herbicida é aplicado em área em pousio, sobre restos de cultura e sobre plantas daninhas que precisam ser controladas para a próxima semeadura; este é o pior cenário, pois as plantas

daninhas estão bastante desenvolvidas e necessitam de maior quantidade de herbicidas para seu controle, e é nesse cenário em que há maior risco de desenvolvimento de plantas daninhas resistentes.

Outra situação é a semeadura de plantas de cobertura que servirão para formar palha como cobertura do solo antes da semeadura da próxima cultura. Quando começaram as primeiras semeaduras em plantio direto, a prática era acamar as plantas de cobertura com rolo-faca e aplicar um herbicida de dessecação para controle de rebrota e de plantas daninhas, antes da semeadura da cultura. Com o tempo, os agricultores aboliram o uso do rolo-faca, realizando somente a dessecação das plantas de cobertura, com estas em pé. Entretanto, no caso do plantio direto sem herbicida há necessidade de se formar a cobertura morta sem o uso de dessecantes, sendo necessário então o controle ou manejo mecânico da planta de cobertura.

Nesses primeiros tempos, também se verificou que era possível manejar algumas plantas de cobertura sem necessidade de herbicidas. O uso do rolo-faca na fase de grão-leitoso em aveia e centeio ou no início da formação de grãos em ervilhaca, nabo-forageiro, ervilha-forageira e tremoço era suficiente para a formação da cobertura na maioria dos casos.

O centeio, pelo seu hábito de crescimento mais ereto e baixa capacidade de rebrota, é espécie facilmente manejável com o rolo-faca na fase de grão-leitoso; a aveia-preta, na maioria das vezes, é bem controlada na fase de grão leitoso, mas em algumas situações, como quando acamada, pode apresentar rebrotes, mesmo nesta fase. As plantas de ervilhaca e a ervilha, quando associadas a outras espécies como tremoço, aveia, centeio e nabo, adquirem conformação mais ereta e seu controle torna-se mais fácil quando estão na fase de início de formação de grãos; no entanto, quando solteiras, o controle somente com o rolo-faca pode ser ineficiente (Figura 5.3). O tremoço é facilmente controlável, mas o nabo-forageiro apresenta plantas desuniformes e muitas acabam rebrotando após a passagem do rolo-faca.



Figura 5.3. Plantas remanescentes de ervilhaca-peluda após a passagem do rolo-faca na fase de início de florescimento, comprovando controle ineficiente. São Pedro do Ivaí – PR.

Essas situações de falha no controle mecânico e, ainda, a necessidade de se esperar o momento certo para fazer o manejo, o que algumas vezes não permitia a semeadura da cultura na época mais apropriada, eram inconvenientes que dificultavam a realização do plantio direto sem o uso de herbicidas.

Com resultados de estudos posteriores, observou-se que o uso da roçadeira-vertical-trituradora, embora com o inconveniente de deixar a palha mais picada, poderia ser usada em situações que o rolo-faca não seria tão efetivo. A roçadeira-vertical-trituradora controla facilmente a ervilhaca, ervilha e nabo em períodos mais precoces de desenvolvimento, antes mesmo do florescimento (Figura 5.4). Situação semelhante se observou para a aveia-preta, com bom controle até mesmo na fase de final de emborrachamento e início do espigamento (Figuras 5.5 e 5.6), o que não era possível com o rolo-faca. Além disso,

a roçadeira-trituradora é mais facilmente encontrada nas propriedades do que o rolo-faca, que deixou de ser um implemento de uso comum. Moyer (2011), no entanto, em seus estudos no manejo mecânico de plantas de cobertura no Instituto Rodale, na Pensilvânia, Estados Unidos, apesar da desvantagem de esperar a época oportuna para manejo, priorizou o rolo-faca estilo “chevron” adaptado na frente do trator realizando, simultaneamente, em uma única operação, o manejo da cobertura e o plantio da cultura. Nos seus trabalhos, relata insucesso no uso de roçadeira-trituradora pela dificuldade de plantio sobre a palhada triturada (embuchamentos), desuniformidade na distribuição da palhada no terreno e decomposição mais rápida. Moyer (2011) relata, ainda, tentativas do plantio antes do manejo mecânico com roçadeira; neste caso, obteve sucesso na operação de plantio, mas a emergência das plantas em algumas áreas ficava afetada pela cobertura desuniforme do terreno pela palhada. Como desvantagem de roçadeiras cita, ainda, o tempo gasto na operação e a necessidade de maior potência do trator.



Figura 5.4. Manejo da ervilhaca-peluda. A) Com roçadeira-trituradora; e, B) 10 dias após o manejo. Ponta Grossa – PR.

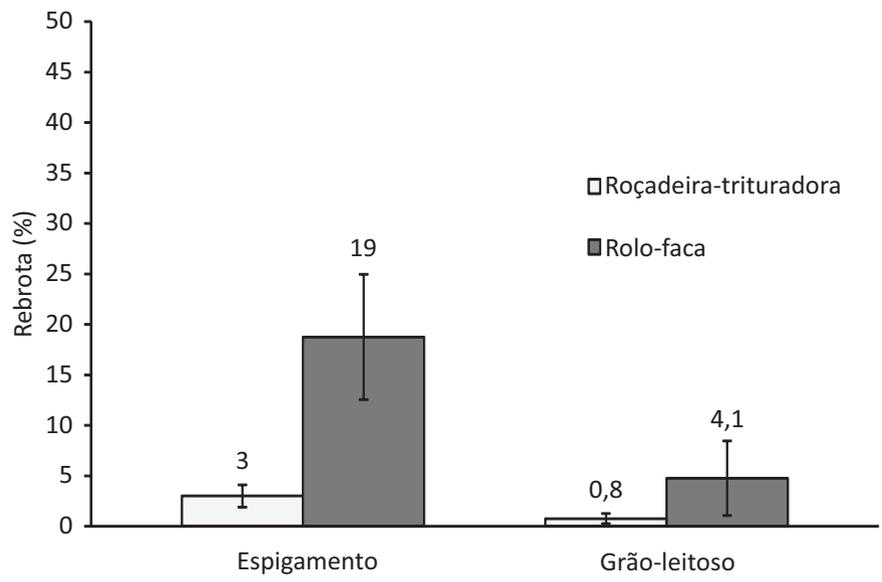


Figura 5.5. Rebrota da aveia-preta quando manejada com rolo-faca ou roçadeira-vertical-trituradora na fase de espigamento e grão-leitoso. Ponta Grossa – PR.

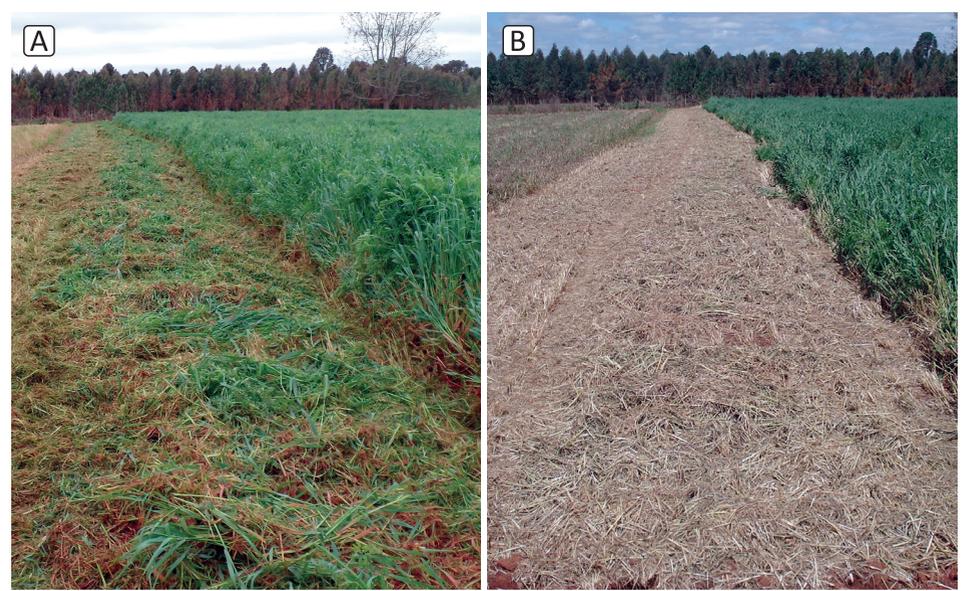


Figura 5.6. Manejo da aveia-preta. A) Final de emborrachamento com roçadeira-trituradora; e, B) dez dias após o manejo. Ponta Grossa – PR.

Pelos resultados de estudo com diferentes plantas de cobertura, observou-se não haver diferença no rendimento com o uso, ou não, da dessecação com herbicida de manejo após rolo-faca (Figura 5.7). Concluiu-se que para iniciar um plantio direto sem herbicidas, esta primeira fase de manejo das plantas de cobertura por meio mecânico, com rolo-faca ou roçadeira-trituradora, não é limitante.

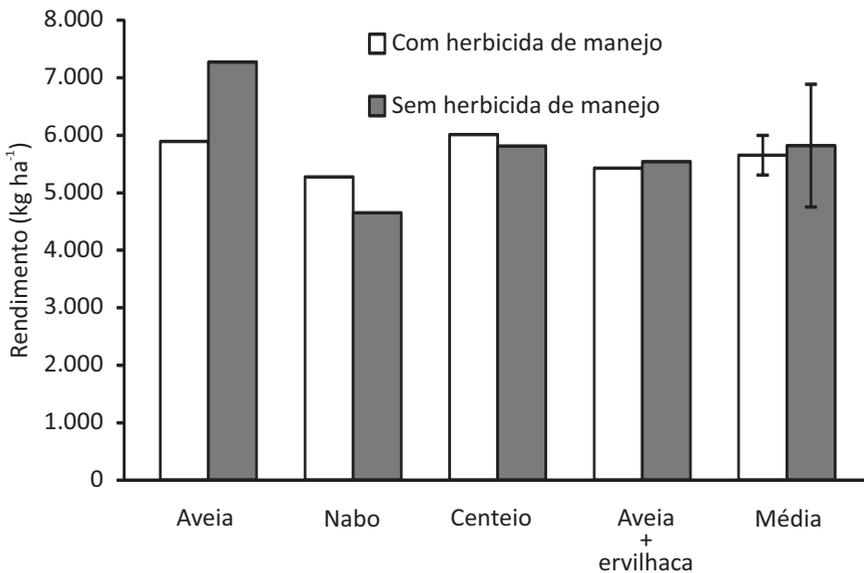


Figura 5.7. Rendimento do milho cv. Iapar 51 em plantas de cobertura manejadas com rolo-faca com e sem herbicida de manejo (dessecação). Ponta Grossa – PR.

5.2.2. Controle das plantas daninhas durante o ciclo das culturas

Como citado anteriormente, desde os primeiros resultados de pesquisa em plantio direto era conhecido que somente o efeito das coberturas mortas, na maioria dos casos, era insuficiente para dispensar medidas de controle de plantas daninhas durante o ciclo das culturas. Comparou-se então o controle químico, pelo uso de herbicidas,

à capina, realizada em cultura semeada em diferentes tipos de cobertura (Figura 5.8). Não houve diferença no rendimento da cultura entre as duas formas de controle; entretanto, o tempo gasto para realizar o controle com capina foi de 185 horas por hectare o que é fator limitante como alternativa ao controle químico. Embora o tempo de capina seja variável conforme o grau de infestação (Figura 5.12), alternativas menos onerosas seriam necessárias.

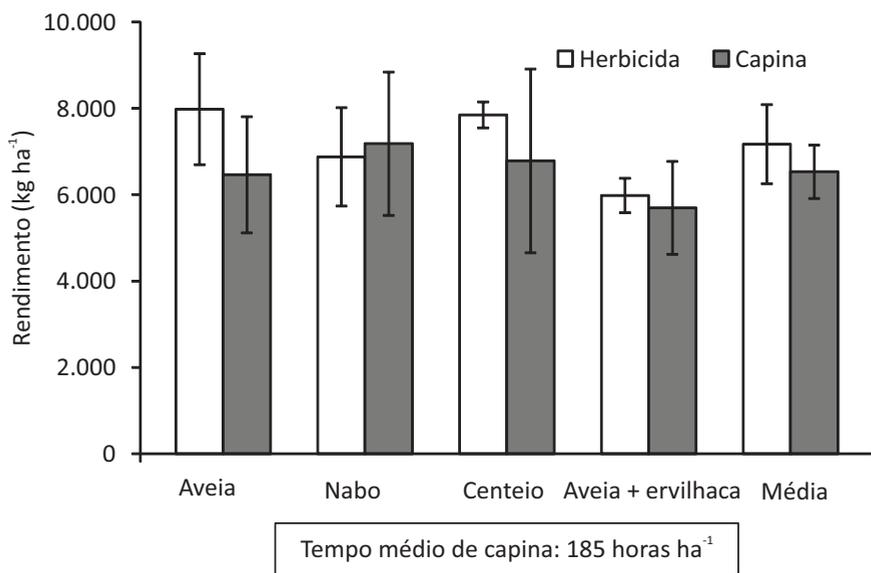


Figura 5.8. Rendimento do milho cv. Iapar 51 em diferentes coberturas mortas com controle das plantas daninhas durante o ciclo da cultura com herbicida ou capina, e tempo médio gasto para a operação de capina. Ponta Grossa – PR.

5.2.2.1. Roçadeiras motorizadas

Entre as alternativas para substituir o controle por meio de capinas, estudou-se a possibilidade do uso de roçadeiras motorizadas nas entrelinhas, durante o ciclo das culturas. Foi observado, nos primeiros resultados, que o rendimento do milho era melhor com a roçada motorizada nas entrelinhas do que nas áreas sem controle (Figura 5.9).

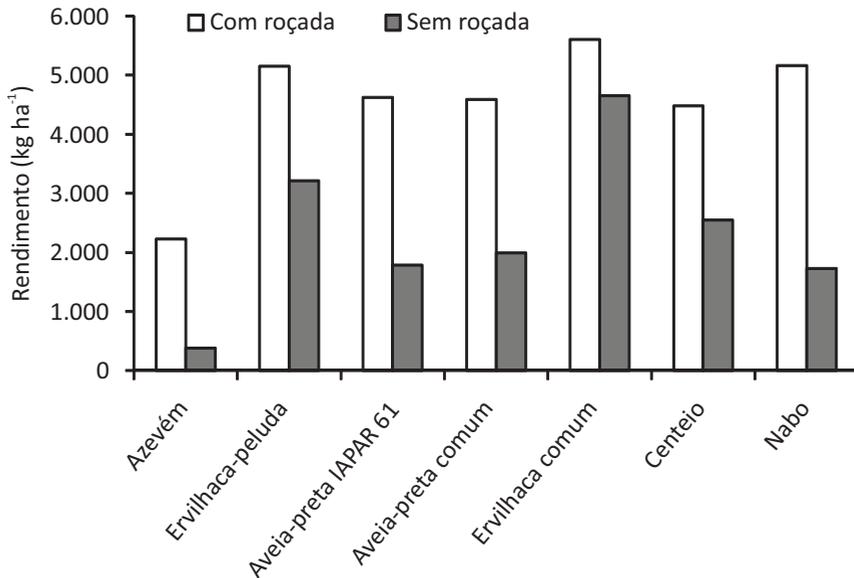


Figura 5.9. Rendimento do milho cv. IPR 114 em diferentes coberturas com e sem controle das plantas daninhas por meio de roçadeira motorizada manual nas entrelinhas. Ponta Grossa – PR. (Área de Unidade Demonstrativa - sem repetição).

Como o controle na linha de semeadura com roçada foi deficiente, procedeu-se estudo adicional em área com alta infestação de plantas daninhas, com 449 e 86 plantas m⁻² na linha e entrelinha, respectivamente, constituída principalmente por capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-colhão (*Digitaria ciliaris*) e tiririca (*Cyperus rotundus*). Comparou-se o efeito de herbicida pós-emergente em área total (atrazine + nicosulfuron – 1.500 + 20 g i.a. ha⁻¹) com o da roçada na entrelinha, e desta em combinação com herbicida pós-emergente na linha na cultura do milho. Neste caso, o ganho no rendimento de grãos com roçada na entrelinha, ou desta mais herbicida na linha, em relação à testemunha sem controle, foi em média de 21% e 47%; embora o tempo gasto para a realização da roçada não fosse tão elevado, as perdas no rendimento em relação à área tratada com herbicida em área total foram altas (média de 51% e 27% para roçada e roçada + herbicida na linha, respectivamente) (Figura 5.10).

Nos estudos, foi observado que o uso da roçadeira era mais eficiente quando a infestação de plantas daninhas era constituída de folhas largas e que o controle de gramíneas era deficiente, pois brotavam rapidamente após a roçada.

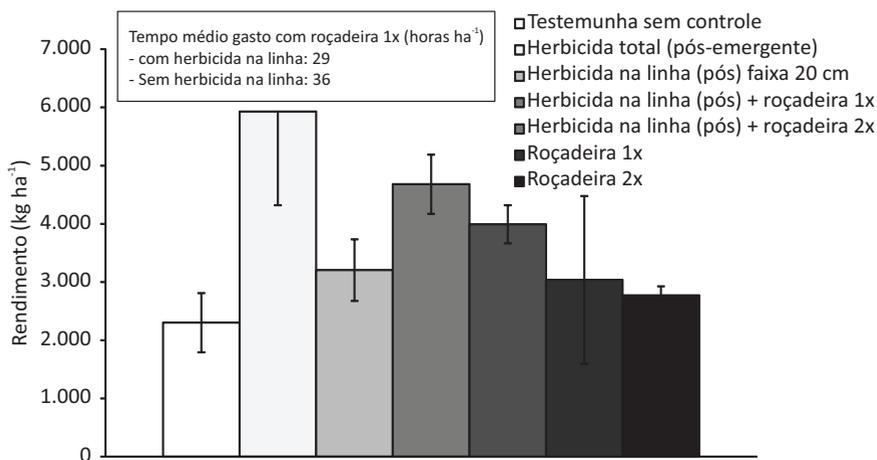


Figura 5.10. Rendimento do milho cv. IPR 114. Irati – PR.

5.2.2.2. Herbicidas alternativos

Algumas substâncias naturais produzem efeito tóxico às plantas e poderiam ser utilizadas para a formulação de herbicidas alternativos para o controle de plantas daninhas em sistemas agroecológicos. Vários óleos essenciais foram estudados isolados ou associados a outras substâncias (sal, calda sulfocálcica, bórax, ácido acético, dentre outros) e agentes emulsificantes para obter formulação que fosse eficiente e também de baixo custo. A formulação com melhor desempenho (Figura 5.11) foi com óleo de pinho (8%) + sal (cloreto de sódio) (50 kg ha⁻¹) + polisorbato 80 (3%) aplicada a 600 L ha⁻¹ de calda. Dependendo da espécie de planta daninha presente na área, é necessária mais de uma aplicação para um bom controle. Com esta formulação, em comparação às formulações disponíveis em outros países,

conseguiu-se redução substancial na quantidade do óleo essencial em sua composição, mas ainda apresenta o alto custo como limitação para uso em áreas extensivas. A formulação também não tem seletividade devendo-se evitar atingir as plantas (usar protetor) para não provocar fitotoxicidade na cultura (GIEPEN et al., 2018).



Figura 5.11. Efeito da aplicação de herbicida natural na cultura do feijão. A) Com formulação à base de óleo de pinho; e, B) Testemunha sem aplicação. Ponta Grossa – PR.

5.2.2.3. Estudos alternativos

5.2.2.3.1. Calor

O efeito de dessecação das plantas pelo fogo é bem conhecido. Para evitar o inconveniente risco de incêndio, algumas alternativas, como o uso de vapor, têm sido testadas. Rodrigues et al. (2008) verificaram bom efeito quando testaram a aplicação de vapor em algumas espécies; o nível de controle variou conforme a espécie e o tempo de

exposição das plantas (velocidade de aplicação). Apesar destes bons resultados no controle das plantas daninhas, ainda são necessários mais estudos para se avaliar o equipamento com relação à eficiência energética, segurança e praticabilidade.

Outras formas de uso do calor estão em avaliação, mas ainda não se dispõe de um equipamento apropriado para uso em áreas extensivas de lavoura. Entre estas, pode-se citar o desenvolvimento de um protótipo para avaliar a radiação infravermelha como fonte de calor, o tempo de exposição das plantas e a efetividade de controle com essa fonte de calor (MATSUSHITA JUNIOR; TOLEDO, 2016).

5.2.2.3.2. Eletricidade

Trabalhos com equipamento usando eletricidade demonstram bom efeito sobre as plantas daninhas (BRIGHENTI et al., 2009; BRIGHENTI et al., 2018), mas esta técnica também necessita de aperfeiçoamento para melhorar o desempenho do equipamento (LANDERS et al., 2015).

5.2.3. Redução da população das plantas daninhas

Diante da pouca perspectiva imediata para se realizar plantio direto sem herbicidas, devido à falta de alternativas para o controle das plantas daninhas antes da semeadura e durante o ciclo das culturas, constata-se que, ainda, o método mais eficaz é a capina, embora de alto custo.

Como a capina em área com alta infestação é altamente demandadora de mão de obra, uma forma de viabilizar o sistema seria a redução na população das plantas daninhas em nível tal que o uso desta prática pudesse ser utilizado.

O tempo gasto com capina é proporcional à densidade das plantas daninhas. Fundamentado em resultados de avaliação do tempo de

capina em diferentes densidades (Figura 5.12), convencionou-se que a densidade de 5 a 10 plantas m^{-2} seria aceitável para se realizar o controle por meio de capina; nesta densidade, o tempo gasto em culturas com espaçamentos entrelinhas ao redor de 0,45 m, como feijão e soja, seria de 30 a 50 horas por hectare.

Além do menor tempo gasto com a operação de capina, como visto no Capítulo 2, em situações de baixa densidade de plantas daninhas o período anterior à interferência (PAI) é mais longo do que sob alto número de infestantes. Assim, em situações de baixa densidade, seria possível retardar o início do controle, havendo maior tempo para se realizar a capina sem reduzir o rendimento da cultura.

Uma forma prática de se obter baixa densidade de plantas daninhas é utilizar os conceitos apresentados nos Capítulos 3 e 4, por meio da manutenção da área sempre com alguma cobertura vegetal, seja cultura ou planta de cobertura, e controle eficiente das plantas daninhas antes da semeadura e durante o ciclo das culturas, impedindo sua frutificação.

Estudo da flora infestante em áreas de pousio, nas quais a cultura de feijão era cultivada na primavera, seguida por pousio de outono e inverno (feijão na primavera e pousio de outono e inverno) ou por pousio apenas no outono (feijão na primavera e aveia-preta no inverno) ou sem pousio (feijão na primavera, seguido de milheto pós-colheita e aveia-preta no inverno), resultou que quando se eliminou o pousio houve redução exponencial na densidade de plantas daninhas, atingindo valor inferior a 10 plantas m^{-2} já no terceiro ano (Figura 5.13) (SKORA NETO; CAMPOS, 2004).

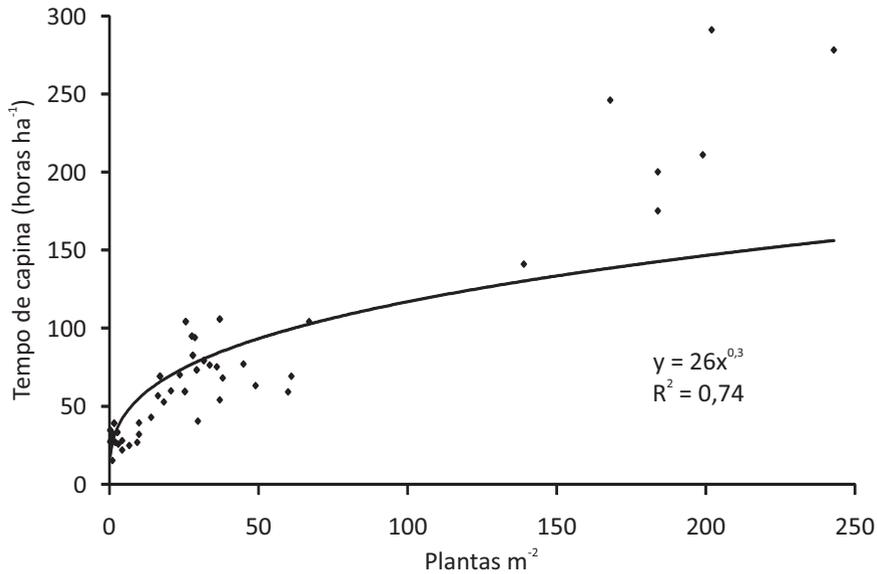


Figura 5.12. Relação entre densidade de plantas daninhas e tempo de capina. Ponta Grossa – PR.

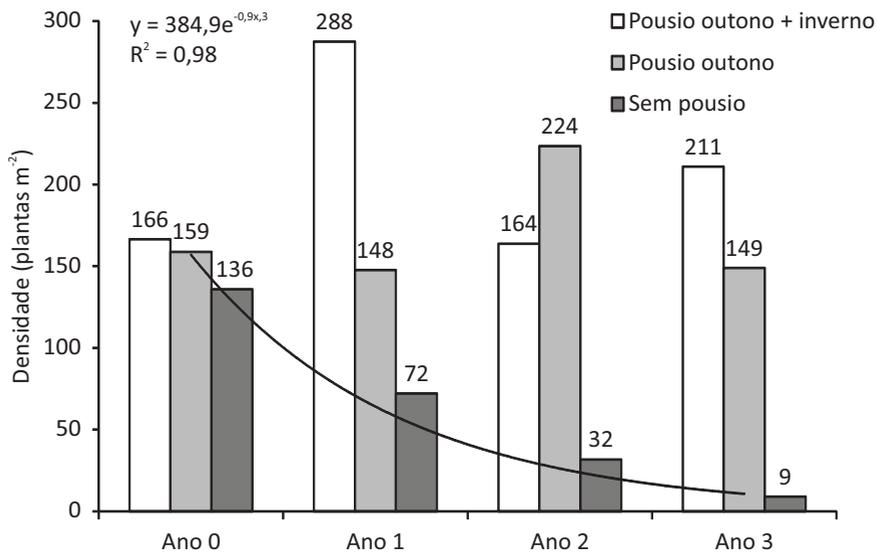


Figura 5.13. Efeito da eliminação do pousio na densidade de plantas daninhas. Ponta Grossa – PR.

Portanto, em área com alta infestação, devido à penosidade do trabalho e ao tempo necessário para realizar a capina, é melhor iniciar o controle das plantas daninhas com herbicidas. Atualmente, com os produtos disponíveis não há dificuldade em se conseguir controle eficiente. Posteriormente, quando se atinge um nível de infestação suficientemente baixo, o controle pode ser realizado exclusivamente ou parcialmente por meio de catação (capina) se houver mão de obra disponível. A formação da cobertura morta realiza-se com método mecânico (rolo-faca ou roçadeira-vertical-trituradora).

5.2.4. Unidades demonstrativas de plantio direto sem herbicidas

A partir da década de 1990, a tecnologia do plantio direto foi validada na pequena propriedade (IAPAR, 1993). A partir dessa época, vários trabalhos foram realizados em estações experimentais e junto aos agricultores, buscando um plantio direto sem herbicidas (SKORA NETO et al., 2003). Nesses trabalhos, as áreas com baixa densidade de plantas daninhas foram as que apresentaram os melhores resultados.

5.2.4.1. Bituruna 1

5.2.4.1.1. Área 1. Baixa densidade de plantas daninhas e ausência de gramíneas

Plantio direto realizado pelo agricultor sem uso de herbicida em área de 0,5 ha com baixa densidade de plantas daninhas. A comunidade de plantas daninhas apresentava densidade média de 10 plantas m⁻², era constituída de erva-de-santa-luzia (*Euphorbia hirta*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e erva-quente (*Spermacoce alata*) e não havia infestantes gramíneas. O agricultor utilizava aveia-preta como cultura de cobertura antecedendo o feijão (IPR Graúna e IPR Galha) e consorciação de aveia-preta com ervilhaca-peluda antecedendo o milho (IPR 114). A cobertura morta era formada com rolo-

-faca e o controle das plantas daninhas feito por meio de capina, com gasto médio de 30 horas ha⁻¹. Utilizava adubo químico nas culturas de verão e o rendimento do milho e feijão aumentou no decorrer dos anos (Figura 5.14).

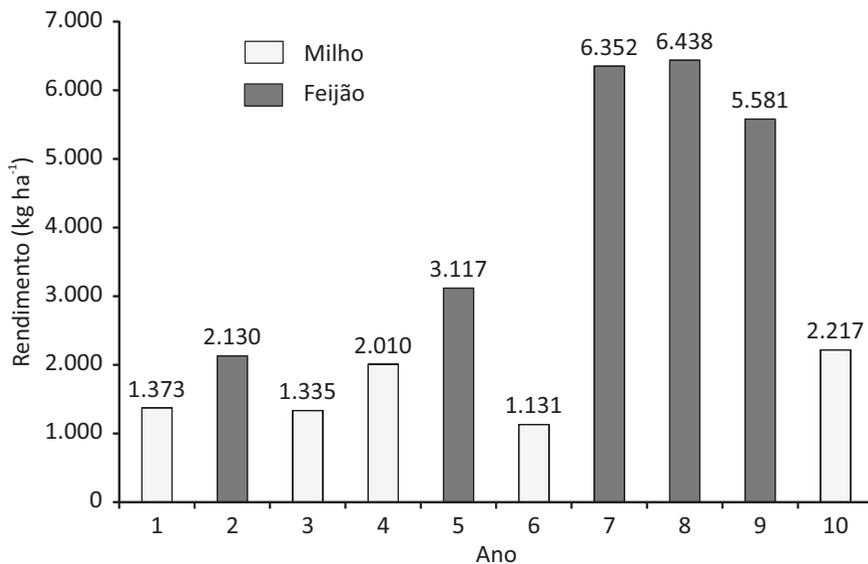


Figura 5.14. Rendimento de milho cv. IPR 114 e feijão cv. IPR Graúna e IPR Gralha (ano 10) em área de plantio direto sem herbicida. Bituruna - PR. Área 1. (Área de UTV - Unidade de Teste e Validação).

5.2.4.1.2. Área 2. Alta densidade de plantas daninhas e presença de gramíneas

Na mesma propriedade, em área com cerca de um hectare e alta infestação, principalmente capim-colchão (*Digitaria ciliaris*), erva-quente e poaia-branca (Figura 5.15), a proposta era primeiro reduzir a densidade das plantas daninhas, impedindo a formação de sementes, para depois iniciar o plantio direto. Nos primeiros anos, o agricultor cultivou milho no sistema convencional de preparo do solo por facilitar o controle do mato com carpideira e complementação com

capina. O cultivo era agroecológico, com adubação orgânica (esterco) em doses reduzidas, razão dos rendimentos não serem tão elevados (Figura 5.16). Somente a partir do quinto ano o agricultor decidiu iniciar o plantio direto na área, utilizando aveia-preta ou aveia + ervilha-ca-peluda no inverno.

O que se observou neste trabalho é que há menor preocupação do agricultor com as plantas daninhas de folha larga do que com graminéas. A menor taxa de redução na infestação das espécies de folha larga em relação à do capim-colchão (Figura 5.15), além da inerente maior longevidade da semente das espécies de folha larga presentes na área, se deve ao agricultor negligenciar o controle destas plantas. De forma semelhante, como apresentado no Capítulo 3, neste trabalho também se verifica o rápido declínio populacional do capim-colchão quando não se permite a produção de sementes da espécie (Figuras 5.15 e 5.17) (SKORA NETO et al., 2009).

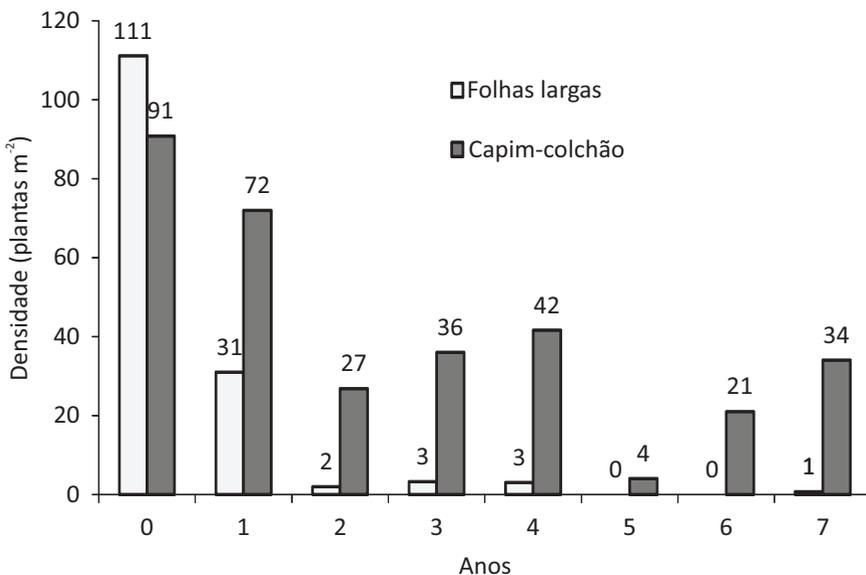


Figura 5.15. Redução na densidade das plantas daninhas para transição ao plantio direto orgânico. Bituruna – PR. Área 2. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

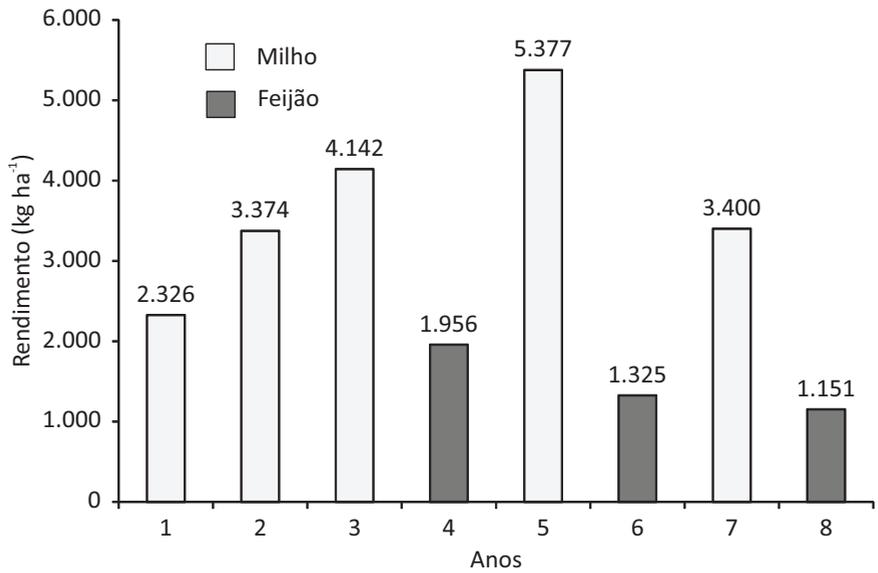


Figura 5.16. Rendimento de milho cv. IPR 114 e feijão cv. IPR Graúna e IPR Gralha (ano 8). Bituruna – PR. Área 2. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).



Figura 5.17. Plantio direto agroecológico. Bituruna – PR. Área 2. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

5.2.4.2. Bituruna 2

Em área de 1.000 m², com baixa densidade de plantas daninhas, cuja comunidade era constituída principalmente por erva-quente (12 plantas m⁻²) e capim-puxa-tripa (*Ichnanthus ruprechtii*) (4 plantas m⁻²), foi realizada experimentação participativa com agricultor que utilizava adubação orgânica (testemunha) e que avaliou a aplicação de fosfatos naturais (FN) e calcário (Figura 5.18). Como cobertura, avaliou a consorciação de centeio + ervilhaca-peluda antes do milho (IPR 114), e aveia-preta antes do feijão (IPR Graúna) (Figura 5.19). A formação da cobertura morta foi feita com rolo-faca e, como a área apresentava baixa infestação, o controle com capinas era facilitado e na colheita a presença de plantas daninhas era baixa (Figura 5.20).

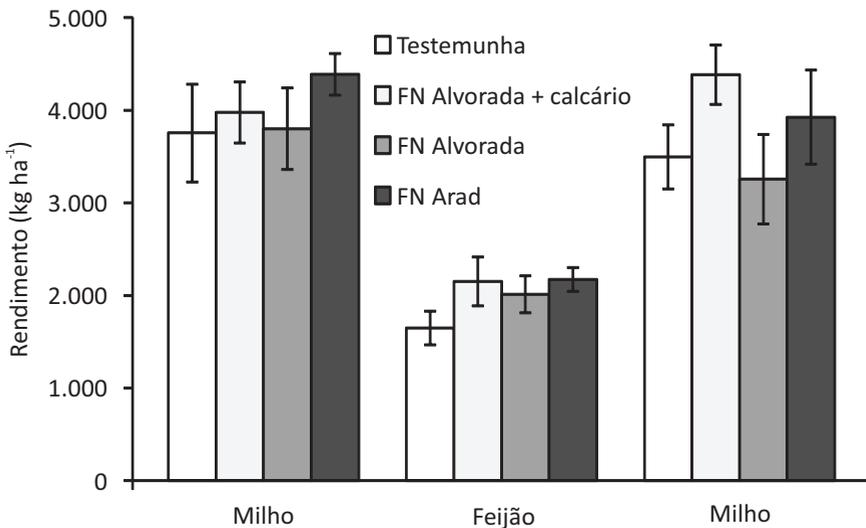


Figura 5.18. Rendimento de milho cv. IPR 114 e feijão cv. IPR Graúna em plantio direto orgânico com diferentes formas de correção da fertilidade com fosfato natural (FN) e calcário. Bituruna (Assentamento 12 de abril) – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).



Figura 5.19. Semeadura de feijão (IPR Graúna) em cobertura de aveia-preta. Bituruna (Assentamento 12 de abril) – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).



Figura 5.20. Feijão em fase de colheita. Bituruna (Assentamento 12 de abril) – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

5.2.4.3. Lapa

A Unidade de Teste e Validação (UTV) foi instalada em área de produção orgânica com alta densidade de plantas daninhas (média de 600 plantas m^{-2} com predominância de capim-marmelada e capim-colchão). A semeadura das plantas de cobertura foi realizada a lanço e incorporação leve com grade niveladora. A formação da cobertura morta foi feita com rolo-faca, passado sobre aveia-preta (Iapar 61) antes da semeadura do feijão (IPR Graúna e IPR Tiziu), e sobre o consórcio de ervilhaca-peluda com aveia-preta antes da semeadura do milho (IPR 114). As culturas de inverno não foram adubadas, mas na semeadura do milho e feijão a adubação foi feita com esterco de aves. A maior dificuldade para a condução dessas duas culturas, em plantio direto, foi o controle das plantas daninhas, cuja atividade consumiu, em média, 80 horas ha^{-1} em cada operação e, ainda assim, na colheita havia alta presença das infestantes (Figuras 5.21 e 5.22). Ao longo dos anos, o rendimento das culturas foi reduzido em consequência da dificuldade no controle das ervas (Figura 5.23) (SKORA NETO et al., 2006).



Figura 5.21. Plantio direto orgânico de milho em cobertura de ervilhaca-peluda consorciada com aveia-preta. Lapa – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).



Figura 5.22. Feijão em fase de colheita em área com alta infestação de plantas daninhas. Lapa – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

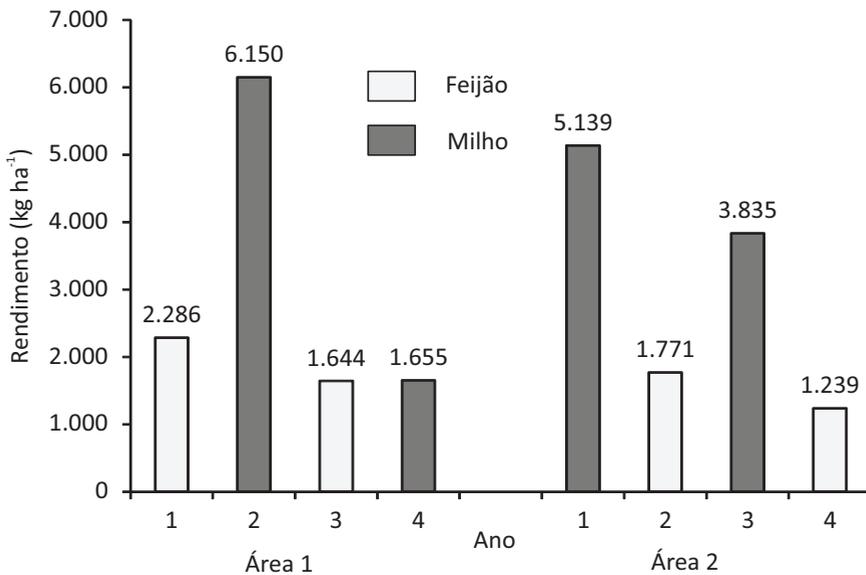


Figura 5.23. Rendimento das culturas de milho cv. IPR 114 e de feijão cv. Graúna (anos 1 e 2) e Tiziu (anos 3 e 4) em plantio direto orgânico. Lapa – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

5.2.4.4. São Pedro do Ivaí

A Unidade de Teste e Validação (UTV) foi instalada em área de produção orgânica onde se cultivava soja e trigo em plantio convencional com revolvimento do solo. A área apresentava baixa infestação (3 plantas m⁻²) e era constituída principalmente de folhas largas, com predominância de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). A baixa densidade era consequência de intenso trabalho de controle na produção de sementes pelas plantas daninhas durante vários anos. A adubação era realizada com compostagem de esterco de suínos. Por se situar em região do Estado com temperaturas mais elevadas e inverno com pouca chuva, a dificuldade maior foi definir um sistema de sucessão de plantas de cobertura com inserção de leguminosas antecedendo gramineas (Figuras 5.24 e 5.25).

Foram avaliadas duas sucessões em áreas distintas, comparando o sistema convencional de preparo do solo com plantio direto. Houve dificuldade no controle da ervilhaca-peluda e da ervilha-forrageira para formação da cobertura morta com rolo-faca na fase de florescimento (ainda não havia sido estudado o controle com a roçadeira vertical trituradora) (Figura 5.26).

Outro inconveniente do sistema é que somente a soja orgânica àquela época possuía mercado estabelecido e que o sistema de rotação com milho não era economicamente atrativo ao agricultor para venda como grão orgânico, além do custo da implantação das plantas de cobertura. As plantas daninhas não constituíam um problema, visto a baixa densidade, e eram controladas por meio de catação.

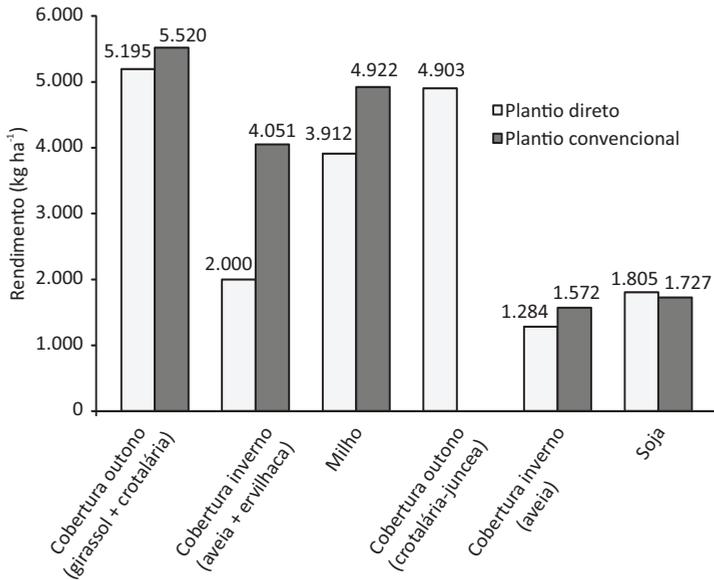


Figura 5.24. Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura e rendimento da cultura de milho cv. IPR 114 e de soja cv. CD 202. São Pedro do Ivaí – PR. Área 1. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

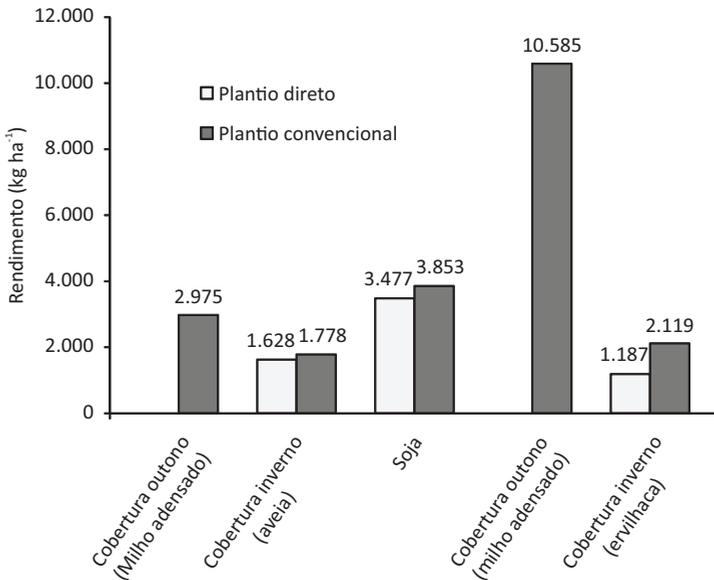


Figura 5.25. Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura e rendimento da soja. São Pedro do Ivaí – PR. Área 2. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).



Figura 5.26. Semeadura de milho e operação de rolagem pós-semeadura em cobertura de ervilhaca-peluda. São Pedro do Ivaí – PR. (Área de UTV – Unidade de Teste e Validação).

5.2.4.5. Santa Tereza do Oeste

Estudo realizado em área experimental do IDR-Paraná em Santa Tereza do Oeste – PR, com semeadura de milho (IPR 164) em área com alta densidade de plantas daninhas (média de 700 plantas m^{-2} com predominância de capim-marmelada, capim-colchão, trapoeraba e guanxuma) em cobertura de ervilhaca-peluda + aveia-preta (Figura 5.27). Mesmo sem controle das plantas daninhas, o rendimento do milho foi pouco afetado (Figura 5.28), mas a infestação é alta no final do ciclo da cultura (Figura 5.29). A cobertura morta, em todos os tratamentos, era formada somente com rolo-faca sem herbicida de manejo; no tratamento com herbicida, aplicou-se tembrotona ($100 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) + atrazina ($1.000 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) + óleo vegetal ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) em pós-emergência; a capina (1x), somente no tratamento capinado, foi realizada 30 dias após a semeadura.



Figura 5.27. Semeadura de milho em plantio direto em cobertura de ervilhaca-peluda + aveia-preta. Santa Tereza do Oeste – PR.

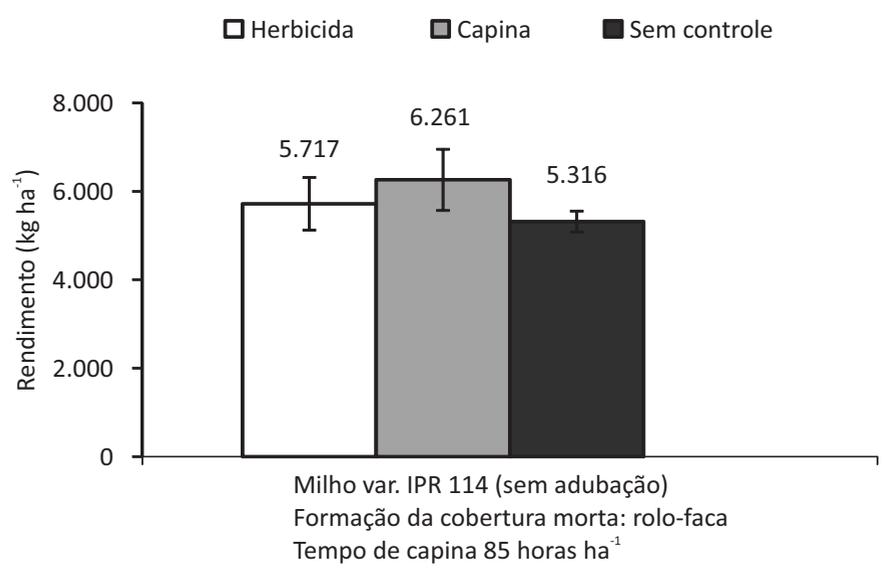


Figura 5.28. Rendimento do milho cv. IPR 164 em plantio direto sobre ervilhaca-peluda + aveia-preta. Santa Tereza do Oeste – PR.

Este sistema de plantio direto orgânico é o preconizado nos Estados Unidos pelo Rodale Institute (2016) usando centeio e ervilha-ca-peluda como plantas de cobertura, acamadas com rolo faca, com semeadura de milho em seguida.



Figura 5.29. Tratamento sem controle das plantas daninhas com alta densidade de plantas daninhas no final do ciclo do milho. Santa Tereza do Oeste – PR.

5.2.4.6. Ponta Grossa

Em área de vitrine tecnológica, para demonstrar a alteração da densidade de plantas daninhas em plantio direto, foram adotadas três modalidades de controle das plantas daninhas: 1) sem controle; 2) com uso de herbicidas; e, 3) com controle total; ou seja, nos anos iniciais foi realizado controle com herbicida, complementando com capina quando necessário para controlar a produção de sementes das plantas daninhas, até a redução da densidade a nível considerado adequado para dispensar o uso de herbicida. Antes da instalação da vitrine, a área foi corrigida com calcário e fosfato natural; posteriormente, as culturas

eram semeadas sem adubação. A flora infestante inicial era composta de: capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) (77%), capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) (8%), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) (9%), picão-branco (*Galinsoga parviflora*) (5%), guanxuma (*Sida rhombifolia*) (0,7%), nabiça (*Raphanus raphanistrum*) (0,2%), picão-preto (*Bidens pilosa*) (0,2%) e corda-de-viola (*Ipomoea triloba*) (0,2%).

O sistema adotado foi de cobertura permanente do solo com rotação de milho e feijão como culturas de renda na primavera/verão e culturas de cobertura nos intervalos (Tabela 5.1). A formação da cobertura morta era com rolo-faca ou diretamente com a semeadora, como no caso do milho adensado (Figura 5.30), e o uso de herbicidas e/ou capinas somente durante o ciclo das culturas (milho ou feijão).

Tabela 5.1. Esquema da sucessão de culturas e rendimento de massa seca pelas plantas de cobertura e rendimento das culturas. Ponta Grossa – PR. (Vitrine Tecnológica).

Ano	Cobertura/Cultura	Capina ² (horas ha ⁻¹)	Rendimento (kg ha ⁻¹)		
			Sem controle	Herbicida	Controle total → capina
1	Ervilhaca-peluda	-	3.220	2.816	2.461
	Milho IPR 114	-	5.430	6.523	6.300
2	Aveia + ervilhaca	-	7.239	7.711	6.113
	Feijão IPR Gralha	-	1.826	2.992	2.909
	Milho adensado ¹	-	9.820	11.410	11.170
3	Ervilhaca-peluda	38	3.072	3.877	3.780
	Milho IPR 164	38	3.298	7.320	6.505
4	Aveia + ervilhaca	-	4.800	6.637	4.551
	Feijão IPR Tuiuiú	42	1.325	2.490	3.382
	Milho adensado ¹	-	4.850	8.590	8.040

¹Para cobertura (espaçamento de 20 cm entrelinhas e 5 plantas m⁻¹). ²Somente capina no tratamento com controle total (após a eliminação do herbicida).

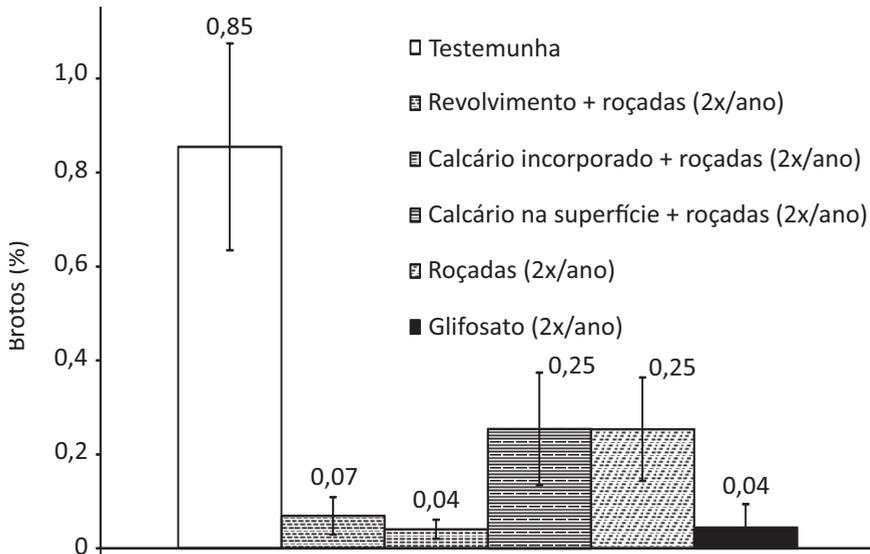


Figura 5.30. Semeadura de ervilhaca-peluda sobre milho adensado. Ponta Grossa – PR.

A redução da densidade de plantas daninhas foi exponencial na área com uso de herbicida e com controle total. Nesta, sempre limpa, já no segundo ano, a densidade de plantas daninhas estava em um nível que permitiu a eliminação total do uso de herbicidas a partir do terceiro ano (Tabela 5.1 e Figura 5.31) gastando-se 38 e 42 horas ha^{-1} na operação de capina no terceiro e quarto ano. Na área com herbicida mas sem complementação de controle, este nível foi alcançado no terceiro ano. Na área sem controle, a densidade variou durante os anos com pico populacional no terceiro ano (Figura 5.31), com grande aumento na população de amendoim-bravo.

Com o estudo, novamente, demonstra-se rápida redução na densidade das plantas daninhas quando se impede a ressemeadura, e que associar o uso de herbicidas com plantas de cobertura é um método eficiente para obtenção de áreas com baixa densidade de plantas daninhas.

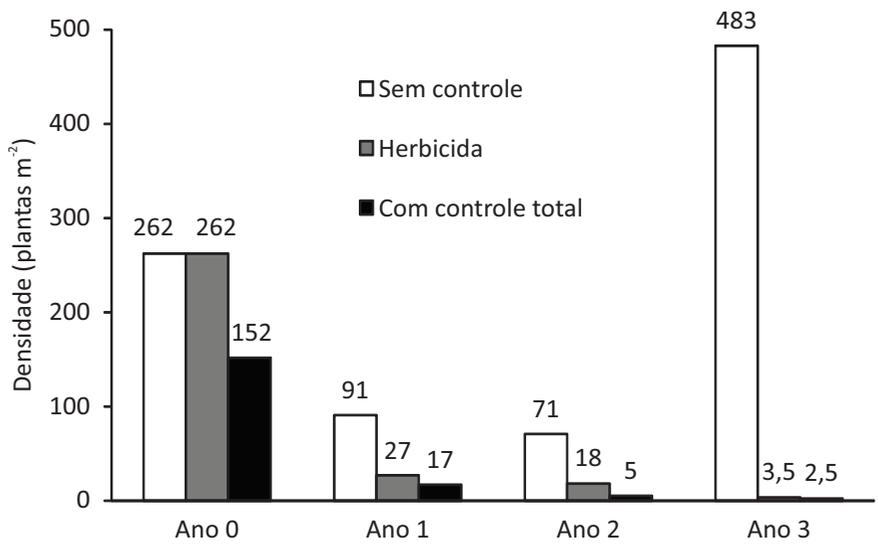


Figura 5.31. Evolução da densidade de plantas daninhas em áreas submetidas a diferentes formas de manejo: 1. Sem controle, 2. Com herbicidas e 3. Com controle total. Ponta Grossa – PR. (Vitrine Tecnológica).

5.3. Considerações Finais

É possível realizar plantio direto sem o uso de herbicidas, conforme os resultados apresentados. Entretanto, trata-se de um sistema cuja condução necessita de uma série de ajustes para que se obtenha êxito. O agricultor deve se sentir estimulado a realizar as mudanças. Reduzir a densidade de plantas daninhas exige empenho e há que ter algum atrativo para tal esforço. Dificuldades na comercialização da produção, alto preço das sementes de plantas de cobertura e dificuldade em encontrá-las, necessidade de adequação do cultivo de plantas de coberturas ao sistema de produção de cada região, necessidade de se utilizar sistemas de rotação/sucessão de culturas nem sempre economicamente mais atraentes e maior demanda de mão de obra são algumas das limitações que desestimulam o agricultor e que precisam ser superadas.

Alguns passos importantes para o sucesso do sistema:

1. Iniciar em pequena área, na melhor parte da propriedade;
2. Fazer todas as correções físicas e químicas do solo;
3. Evitar área com plantas daninhas perenes e com alta densidade de plantas daninhas anuais ou de difícil controle;
4. Fazer produção própria de sementes de plantas de cobertura;
5. Planejar sistema de sucessão de culturas de modo a cobrir o solo o ano todo;
6. Ter consciência que o efeito das plantas de cobertura é a longo prazo, melhorando a qualidade do solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes.

5.4. Referências

ALMEIDA, F. S. Controle de ervas. *In*: IAPAR - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. *Plantio direto no estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 1981. 244 p. (IAPAR circular, 23).

ALMEIDA, F. S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. (IAPAR circular, 53).

ALMEIDA, F. S. *Controle de plantas daninhas em plantio direto*. Londrina: IAPAR, 1991. 34 p. (IAPAR circular, 67).

ALMEIDA, F. S. Effect of some winter crop mulches on the soil weed infestation. *In*: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1985, Brighton. *Proceedings* [...]. Brighton: British Crop Protection Council, 1985. p. 651-659.

ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N.; OLIVEIRA, V. F. Influence of winter crop mulches on weed infestation in maize. SYMPOSIUM ON WEED PROBLEMS IN THE MEDITERRANEAN AREA, 3., 1984, Lisbon. *Proceedings* [...]. Lisbon: European Weed Research Society, 1984. p. 351-358.

BRIGHENTI, A. M.; BRIGHENTI, D. M. Controle de plantas daninhas em cultivos orgânicos de soja por meio de descarga elétrica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, p. 2315-2319, 2009.

FIGUEIREDO, P. R. A.; TOLEDO, A.; SILVA, A. L.; COLOZZI FILHO, A. Avaliação da eficácia do uso de vapor no controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 41; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E DO CARIBE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 10., 2012, Londrina. *Anais [...]*. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2012. v. 1, p. 1-4.

FREITAS, C. A. Plantio direto de hortaliças: um novo caminho para a agricultura. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 20-25, 2008.

GIEPEN, M.; SKORA NETO, F.; KÖPKE, U. Controlling weeds with natural phytotoxic substances (NPS) in direct seeded soybean. In: ISOFAR SCIENTIFIC CONFERENCE, 4., 2014, Istanbul. *Proceedings [...]*. Istanbul: [s. n.], 2014. v. 2, p. 469-472.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. *Anais [...]*. Ponta Grossa: IAPAR, 1993.

LANDERS, J. N.; CHALLIOL, M.; VILELA, L.; LANZ, S. Case study of zero-tillage organic soybean production in Brazil. *Soil Research*, Rome, v. 54, p. 166-172, 2016.

MATSUSHITA JUNIOR, P. T.; TOLEDO, A. Protótipo de mecanismo inovador para controle de plantas invasoras com radiação infravermelha. In: SEMINÁRIO DO PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24.; SEMINÁRIO DO PROGRAMA EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO, 6., 2016, Londrina. *Resumos [...]*. Londrina: IAPAR, 2016. p. 105.

MOYER, J. *Organic no-till farming: advancing no-till-crops, soils, equipment*. Austin: Acres USA, 2011. 204 p.

PASSINI, T.; RENZO, G. H. Validação do sistema de plantio direto para a cultura de soja orgânica no norte do Paraná. *Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*. Boletim Informativo, Londrina, v. 10, p. 234, 2004. Suplemento.

PASSINI, T.; SKORA NETO, F. Validação do sistema de plantio direto para a produção de grãos no oeste do Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. Resumos [...]*. Londrina: SBCPD, 2006. p. 481.

RODALE INSTITUTE. *Organic no-till*. Kutztown: Rodale Institute, [2016]. Disponível em: <http://rodaleinstitute.org/our-work/organic-no-till/>. Acesso em: jul. 2016.

RODRIGUES, B. N.; FIGUEIREDO, P. R. A.; MONICE FILHO, R. G. M.; PASSINI, T. Teste comparativo de vapor d'água com herbicidas dessecantes no controle de plantas daninhas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS CIÊNCIAS DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. Resumos [...]*. Londrina: SBCPD, 2008. p. 105.

SKORA NETO, F. Coberturas vegetais em diferentes sistemas de preparo do solo no controle de plantas daninhas. *In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. Anais [...]*. Ponta Grossa: IAPAR, 1993. p.173-181.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A. C.; BIGUNAS, T. Redução na população de infestantes como estratégia para transição de plantio convencional para plantio direto orgânico. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. Anais [...]*. Cruz Alta: Associação Brasileira de Agroecologia, 2009.

SKORA NETO, F.; KLENK, L.; CAMPOS, A. C. Avaliação de plantio direto de milho e feijão em produção orgânica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. Anais [...].* Londrina: SBCPD, 2006. p. 282-282.

SOUZA, P. I. S. D.; SKORA NETO, F. *Controle de plantas daninhas pela aplicação de ingredientes fitotóxicos naturais.* Londrina: IAPAR. 2013. Relatório do Programa de Iniciação Científica do IAPAR.

UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW, R. E. (ed.). *Non-chemical weed management.* Oxfordshire: CAB International, 2007. 239 p.

CONCLUSÃO

Nesta publicação foram inseridos resultados de pesquisa decorrentes da demanda de grupos interessados no desenvolvimento de uma agricultura alternativa. Procurou-se buscar informações, baseando-se em dados obtidos em estudos, que pudessem dar uma orientação mais segura quando o assunto é o manejo das plantas daninhas que, quando em associação com outras práticas como manejo ecológico de pragas e doenças e manejo ecológico do solo e água, permitissem trilhar com maior segurança o caminho direcionado a um sistema de produção ecologicamente mais equilibrado.

Quando se visualiza a adequação das condições para manejo sustentável de plantas daninhas é imperativo promover mudanças que favoreçam as espécies de maior interesse, neste caso as culturas e outras espécies com características funcionais positivas como as plantas de cobertura.

Estratégias devem considerar a densidade das espécies envolvidas como fundamental na relação de competição dos recursos entre elas e o controle do banco de sementes das plantas daninhas, por meio de práticas que evitem a sua frutificação, constitui-se em uma estratégia relevante.

Em sistemas de produção ecologicamente mais equilibrados, as plantas de cobertura possuem papel básico. São caracterizadas como plantas funcionais que além dos benefícios na fertilidade (química, física e biológica) e no manejo de pragas e doenças ainda são fundamentais como substitutas das plantas daninhas.

APÊNDICE

Correspondência entre nome comum e nome científico de plantas citadas no texto.

Nome comum	Nome científico
Amendoim-bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.
Aveia-preta	<i>Avena strigosa</i> Schreb.
Azevém	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.
Braquiária	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf
Braquiária-ruzizensis	<i>Brachiaria ruzizensis</i> Germ. & C.M.Evrard
Buva	<i>Conyza</i> spp.
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.
Canola	<i>Brassica napus</i> L.
Capim-annoni-2	<i>Eragrostis plana</i> Nees
Capim-barbicha-de-alemão	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv.
Capim-braquiária	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf
Capim-colchão	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler
Capim-colchão	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.
Capim-colchão	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
Capim-da-roça	<i>Paspalum urvillei</i> Steud.
Capim-marmelada	<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.
Capim-moha	<i>Setaria italica</i> (L.) P.Beauv.
Capim-pé-de-galinha	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.
Capim-puxa-tripa	<i>Ichnanthus ruprechtii</i> Döll
Capim-rabo-de-burro	<i>Andropogon bicornis</i> L.

Nome comum	Nome científico
Capim-sudão	<i>Sorghum × drummondii</i> (N.ex St.) Mill.&Ch.
Caraguatá	<i>Eryngium horridum</i> Malme
Carrapicho-rasteiro	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze
Caruru-de-mancha	<i>Amaranthus viridis</i> L.
Centeio	<i>Secale cereale</i> L.
Caupi	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.
Corde-de-viola	<i>Ipomoea triloba</i> L.
Corde-de-viola-branca	<i>Ipomoea lacunosa</i> L.
Corde-de-viola-esqueleto	<i>Ipomoea quamoclit</i> L.
Corde-de-viola-japonesa	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth
Cornichão	<i>Lotus corniculatus</i> L.
Cravo-de-defunto	<i>Tagetes minuta</i> L.
Crotalaria-juncea	<i>Crotalaria juncea</i> L.
Erva-de-santa-luzia	<i>Euphorbia hirta</i> L.
Erva-quente	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.
Ervilhaca-comum	<i>Vicia sativa</i> L.
Ervilhaca-peluda	<i>Vicia villosa</i> Roth
Ervilha-forrageira	<i>Pisum sativum</i> L.
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Feijão-bravo-do-ceará	<i>Canavalia brasiliensis</i> Benth.
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.
Girassol	<i>Helianthus annuus</i> L.
Gramma-seda	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
Guandu-anão	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.
Guanxuma	<i>Sida rhombifolia</i> L.
Guizo-de-cascavel (mucronata)	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton
Linhito	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A.DC.

Nome comum	Nome científico
Macela	<i>Gnaphalium</i> spp.
Malvão, benção-de-Deus	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.
Maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.
Merremia	<i>Merremia cissoides</i> (Lam.) Hallier f.
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br.
Milho	<i>Zea mays</i> L.
Mucuna-anã	<i>Mucuna deeringiana</i> (Bort) Merr.
Mucuna-preta	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.
Nabiça	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
Nabo-forrageiro	<i>Raphanus sativus</i> L.
Orelha-de-urso	<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.
Picão-branco	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.
Picão-preto	<i>Bidens pilosa</i> L.
Poaia-branca	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes
Poaia-do-cerrado	<i>Richardia scabra</i> L.
Samambaia	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon
Sapé	<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.
Serradela	<i>Ornithopus sativus</i> Brot.
Serralha	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.
Soja	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.
Soja-perene	<i>Glycine wrightii</i> Lopez
Sorgo-forrageiro	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench
Tançagem	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.
Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i> L.
Trapoeiraba	<i>Commelina benghalensis</i> L.
Tremoço	<i>Lupinus</i> spp.
Tremoço-azul	<i>Lupinus angustifolius</i> L.
Tremoço-branco	<i>Lupinus albus</i> L.

Nome comum	Nome científico
Trevo-branco	<i>Trifolium repens</i> L.
Trevo-vermelho	<i>Trifolium pratense</i> L.
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.
Trigo-mourisco	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench
Triticale-forrageiro	<i>X Triticosecale</i> Wittmack
Vassoura	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.



Este livro surgiu a partir de demandas de entidades representativas de produtores familiares preocupados com a prática de uma agricultura menos agressiva ao ambiente. Abrangente, descreve as características de plantas daninhas importantes aos sistemas produtivos utilizados no Paraná, discute aspectos da biologia dessas espécies e sua dinâmica em relação aos cultivos comerciais e conclui com a apresentação de estratégias para seu controle em plantio direto sem a necessidade de recorrer ao uso de agroquímicos.

**FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA**
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

PARANÁ 
GOVERNO DO ESTADO

