Documentos

ISSN 1516-781X
Outubro, 2005

260

Dinâmica das Plantas Daninhas e Práticas de Manejo

Embrapa

Soja

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Roberto Rodrigues
Ministro

Embrapa

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO
Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente
Silvio Crestana
Vice-Presidente
Alexandre Kalil Pires
Cláudia Assunção dos Santos Viegas
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Membros
DIRETORIA-EXECUTIVA
Silvio Crestana
Diretor-Presidente
José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Tatiana Deane de Abreu Sá
Diretores-Executivos
EMBRAPA SOJA
Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni
Chefe Geral
João Flávio Veloso Silva
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Norman Neumaier
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios
Heveraldo Camargo Mello
Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:
Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja
Caixa Postal 231 - CEP 86 001-970
Telefone (43) 3371 6000 Fax (43) 3371 6100 Londrina, PR
e-mail: sac@cnpso.embrapa.br

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1516-781X
Outubro, 2005

Documentos 260

A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo

Elemar Voll
Dionísio Luiz Pizza Gazziero
Alexandre Magno Brighenti
Fernando Storniolo Adegas
Celso de Almeida Gaudêncio
Cristiano Elemar Voll

Londrina, PR
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100
Home page: http://www.cnpso.embrapa.br
e-mail (sac): sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente:	*João Flávio Veloso Silva*
Secretária executiva:	*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*
Membros:	*Alexandre Magno Brighenti dos Santos* *Antonio Ricardo Panizzi* *Clara Beatriz Hoffmann-Campo* *Décio Luiz Gazzoni* *George Gardner Brown* *Ivan Carlos Corso* *Léo Pires Ferreira* *Waldir Pereira Dias*
Supervisor editorial:	*Odilon Ferreira Saraiva*
Normalização bibliográfica:	*Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica:	*Neide Makiko Furukawa*
Capa:	*Danilo Estevão*

1ª Edição
1ª impressão 10/2005 - tiragem: 500 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo / Elemar Voll ... [et al.] . – Londrina: Embrapa Soja, 2005.
85p. ; 21cm. - - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.260).

1.Erva daninha. I.Voll, Elemar. II.Gazziero, Dionísio Luiz Pizza. III.Brighenti, Alexandre Magno. IV.Adegas, Fernando Storniolo. V.Gaudêncio, Celso de Almeida. VI.Voll, C.E. VII.Título. VIII.Série.

632.5

© Embrapa 2005

Autores

Elemar Voll
Engº Agrº, Dr.
Manejo de Plantas Daninhas
Embrapa Soja
Cx. Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: 43 3371-6252
voll@cnpso.embrapa.br

Dionísio Luiz Pisa Gazziero
Engº Agrº, Dr.
Manejo de Plantas Daninhas
Embrapa Soja
Cx. Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: 43 3371-6270
gazziero@cnpso.embrapa.br

Alexandre Magno Brighenti
Engº Agrº, Dr.
Manejo de Plantas Daninhas
Embrapa Soja
Cx. Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: 43 3371-6277
brighent@cnpso.embrapa.br

Fernando Storniolo Adegas
Engº Agrº, Dr.
Manejo de Plantas Daninhas
Emater-PR
Cx. Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: 43 3371-6112
adegas@cnpso.embrapa.br

Celso de Almeida Gaudêncio
Engº Agrº, MSc
Manejo de Culturas
Rua Belo Horizonte, 804 - 15º andar
86020-060 - Londrina, PR
Fone: 43 3323-4538
celso@garoa.net

Cristiano Elemar Voll
Engº Agrº, Mestrando em Plantas Daninhas
ESALQ/USP
Av. São João, 280/71 - Ed. Antares
13416-130 - Piracicaba, SP
Fone: 19 3402-1916
elemarcv@aol.com

Apresentação

Neste documento, são apresentados e discutidos resultados de pesquisa obtidos em experimentos conduzidos na Embrapa Soja, complementados com outros da literatura. Espera-se contribuir para um melhor entendimento dos problemas relacionados à biologia (germinação, sobrevivência, emergência e reinfestação) de algumas espécies daninhas e suas habilidades em competir com a cultura da soja, aliado à sistemas de manejo.

Desse modo, busca-se contribuir para o entendimento e a adoção de práticas como semeadura direta, rotação de culturas, soja orgânica, integração lavoura-pecuária ou o uso da agricultura de precisão.

João Flávio Veloso Silva
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Resumo 9

Abstract 10

Parte I 11

Introdução 11

Planta daninha 12

Ocorrência, importância e características de algumas espécies daninhas 12

A dinâmica de populações de plantas daninhas 18

Banco de sementes no solo 19

Comportamento de banco de sementes 20

Fatores ligados à germinação e dormência das sementes 21

Estratégias de dormência 22

Efeitos de manejo sobre bancos de sementes 23

Variações anuais de emergência 25

Efeitos do tipo de manejo sobre a emergência de plantas daninhas 26

Influência da cobertura morta no controle de plantas daninhas 36

Manejo da cobertura de aveia 38

Manejo da época de semeadura e controle de plantas daninhas 39

Períodos de interferência 40

Perdas por competição 41
Manejo do solo e relações com as plantas daninhas 46
Alelopatia 48
Estratégias de controle da competição 51
Resistência de plantas daninhas à herbicidas 52

Parte II 53
Controle de plantas daninhas na lavoura 53
Casos de ocorrência prática em lavouras 61
Integração lavoura-pecuária 65
Produção de soja orgânica 66
Agricultura de precisão 70
Controle de plantas daninhas em soja transgênica 71
Referências 72

A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo

Resumo

A dinâmica de plantas daninhas em sistemas de produção agrícola, como a da soja, é influenciada pelo manejo do solo e da cultura, incluindo os herbicidas, que alteram o banco de sementes e a competição das plantas daninhas com uma cultura. As diversas práticas visam o seu controle a níveis de maior eficiência econômica e menor impacto ambiental, necessitando-se para isso conhecimentos para determinar ações adequadas.

O trabalho apresenta, na 1ª parte, a descrição de algumas espécies daninhas quanto a seus aspectos vegetativos, comportamentos ambientais, distribuição geográfica e importância econômica. Considerações gerais sobre bancos de sementes, envolvem a discussão sobre fatores relacionados à dormência das espécies, à germinação, à emergência e à competição com a cultura da soja. São apresentados resultados de pesquisa obtidos na Embrapa Soja e outros das regiões Sul e Central do Brasil, acrescido de mais informações bibliográficas. Sobre o manejo das plantas daninhas, são realçadas a importância das coberturas mortas que antecedem a cultura da soja no sistema de semeadura direta, discutindo seus efeitos alelopáticos. São apresentados também aspectos relativos de competição e perdas de produção, e de efeitos da aplicação de corretivos, como do calcário. Foram feitas considerações sobre a época de controle em relação ao momento da semeadura e seus problemas. Também, são apresentadas algumas estratégias de controle das infestações e considerações sobre a resistência de plantas daninhas.

O trabalho aborda ainda, na 2ª parte, maiores considerações sobre o controle de plantas daninhas, o programa de manejo integrado (MIPD) e casos de ocorrência prática de campo. Tendo em vista a importância da integração lavoura-pecuária foram considerados os seus efeitos sobre o

controle de plantas daninhas. Aspectos de produção de soja orgânica, agricultura de precisão e o controle de plantas daninhas em soja transgênica foram considerados.

Abstract

Population dynamics of weeds and management practices

The dynamics of weeds in crop production systems, as in soybeans, is influenced by soil and crop managements, including herbicides, affecting seedbank species and its competition hability with the crop. The management practices seek to control for higher economical efficiency and lower environmental impact, needing for that to have knowledge to determine appropriate actions.

The work presents, in the 1st part, the description of some harmful species related to vegetative aspects, environmental behaviors, geographical distribution and economical importance. General considerations on seedbanks, involve the discussion about factors related to dormancy, germination, emergence and competition with the soybean crop. Research results, obtained at Embrapa Soja and all over Brazillian country, are presented and joined with literature references. In respect to weed management, the importance of cover crops in soybean no tillage was enhanced, as to the allelopathic effects. Aspects related to weed competition, as well as crop yield losses and importance of limestone application, are presented. Considerations were made about timing of control as to sowing and related problems. Also, some control strategies and considerations about weed resistance are presented.

The work also presents, in the 2nd part, more general considerations on weed control practices, about the integrated weed management program (IWM) and cases of practical occurrence. In view of farming-livestock integration, its importance on weed control was considered. The production of organic soybean crop is discussed, as well as the importance of precision agriculture uses and weed control in transgenic soybeans crop were considered.

PARTE I

Introdução

O Documento apresenta resultados de pesquisa obtidos sobre manejo de plantas daninhas na Embrapa Soja, num período de quase 20 anos, juntamente com informações importantes da literatura, que possam complementar conhecimentos úteis ao agricultor.

Os trabalhos envolvem apresentação e discussão de dados sobre biologia, competição e manejo de plantas daninhas, baseando-se em trabalhos de dinâmica do estabelecimento de plantas daninhas, em função de diferentes manejos da cultura da soja. Não se pretendeu fazer uma apresentação exaustiva de plantas daninhas e de problemas de manejo.

Assuntos de importância, além da semeadura direta, como integração lavoura-pecuária, produção de soja orgânica e agricultura de precisão, e seus benefícios para o controle de plantas daninhas, foram acrescentados. Não foram deixados de considerar a importância do uso de herbicidas, associados às condições de manejo das culturas.

A abrangência de informações apresentadas sugere a necessidade de pesquisas complementares a serem conduzidas, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil.

É necessário que se disponibilize informações que melhorem as condições de gerenciamento do produtor, para manejar adequadamente os fatores de produção nas lavouras.

Por sua vez, também é muito importante o levantamento das condições de produção e registros ordenados sobre a condução da lavoura, o que deverá permitir a integração de toda a tecnologia disponível para obter uma produção agrícola rentável.

“O manejo integrado de plantas daninhas - MIPD - pode ser definido como a seleção e integração de métodos de controle de plantas daninhas, favoráveis do ponto de vista agronômico, econômico e ecológico.”

Planta daninha

Conceito geral:

São plantas que crescem onde não são desejadas.

Denominações:

Vários são os termos usados para denominar essas plantas, como: plantas daninhas, invasoras, ervas daninhas, inços, tigüera e outros.

Problemas:

Competem com culturas econômicas, como a soja, por nutrientes, água, espaço e luz. Podem apresentar problemas por ocasião da colheita, dificultando a operação de máquinas colhedoras e aumentando problemas de impureza e umidade nos grãos. Crescem espontaneamente em todos os solos agrícolas e em outras áreas de interesse do homem, onde são indesejáveis. No entanto, apresentam benefícios como plantas apícolas e na redução da erosão do solo. A capacidade de sobrevivência da planta daninha é atribuída aos seguintes atributos ou mecanismos: grande agressividade competitiva, grande produção de sementes, facilidade de dispersão das sementes, grande longevidade das sementes, germinação escalonada e mecanismos diversos de reprodução (sementes, bulbos, rizomas, estolões).

Ocorrência, importância e características de algumas espécies daninhas

Levantamentos de espécies daninhas, além de permitirem a identificação, quantificação e a evolução da flora infestante numa área, também podem ter aplicação na predição da eficiência de controle das espécies nas lavouras.

Taxas de emergência das espécies obtidas a partir de um banco de sementes, numa cultura, podem servir para adequar manejos de solo e da cultura e resultar na racionalização do uso de herbicidas, podendo ser apoiadas pelo uso com procedimentos de agricultura de precisão.

Tais conhecimentos podem viabilizar o uso da semeadura direta, da integração lavoura-pecuária e a produção de soja orgânica.

Levantamentos e observações feitas nas regiões produtoras de soja, no Brasil, indicam como mais freqüentes e abundantes as seguintes invasoras:

a) gramíneas: capim-custódio (*Pennisetum setosum*), c.-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), braquiária (*B. decumbens*), c.-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), c.-colchão (*Digitaria* spp.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*);

b) folhas largas: carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*), picão-preto (*Bidens pilosa*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), caruru (*Amaranthus* spp.), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), joá (*Solanum* spp.), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), cheirosa (*Hyptis suaveolens*), mentrasto (*Ageratum conizoides*) e o desmódio (*Desmodium tortuosum*), com infestações intensas.

Algumas dessas espécies não são comuns na Região Sul, ou nos Cerrados. O balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*), é uma espécie muito temida no sul, principalmente em lavouras sob semeadura direta.

Nas regiões produtoras de soja no Cerrado (13, 78), surgem novas espécies daninhas a cada ano, principalmente plantas daninhas de folhas largas.

Uma descrição geral do comportamento de algumas espécies é apresentada a seguir:

- **Amendoim-bravo** (*Euphorbia heterophylla*). É uma planta daninha temida pelos sojicultores devido à dificuldade de controle. É bastante freqüente em todo o país, ocorrendo em lavouras anuais e perenes. Suas sementes germinam durante o verão, emergindo de até 12 cm de profundidade, mantendo-se viáveis por vários anos (67). Germinações esparsas ocorrem durante o ano todo. Avaliações de bancos de sementes e de emergência indicaram uma taxa de emergência de 54%, em semeadura direta de soja (Embrapa Soja, 2002 – Resultados de Pes-

quisa, Doc. 214). Mantida a taxa de redução anual, sem reinfestações, estima-se um período sobrevivência do banco de sementes de sete anos. Em outro experimento conduzido em semeadura direta a sobrevivência de sementes no solo foi de três anos (35).

Suas sementes apresentam formas angulares e são de cor preto-acinzentadas. Tem viabilidade de 95-98% (77), não germinam a -1,5 Mpa de umidade no solo, ou seja, com baixo suprimento de umidade, não requerem luz e germinam em temperaturas de 20-40ºC, sendo máxima a 35ºC. Maior emergência (80%) pode ocorrer a 2-4 cm de profundidade no solo, reduzindo-se a 12 cm (20%) (18) (33). A disperesão das sementes ocorre por um mecanismo explosivo das plantas no campo. Quando umedecidas, as sementes se envolvem com uma substância higroscópica, mucilaginosa, que facilita a germinação, comparado a outras sementes daninhas, podendo não apresentar um período de dormência (77). Essas condições de sobrevivência a tornam um sério problema. Determinações feitas nessa planta indicam que a produção de frutos varia em número de 14-16, com 43-49 sementes, apresentando essas uma viabilidade de 95% (33).

- **Balãozinho** (*Cardiospermum halicacabum*). É uma planta daninha trepadeira. Sua ocorrência tem aumentado significativamente na região Sul do país e pode atrapalhar as condições de colheita (67). Têm se tornado um sério problema também na cultura da soja no sul dos Estados Unidos (57). Lavouras infestadas não tem sido elegíveis para produção de semente certificada. O balãozinho apresenta significativa capacidade de infestação e competição com a soja. Entretanto pode ser eliminado em condições ambientais que favoreçam o ataque de míldio (*Peronospora farinosa*) (111). No Rio Grande do Sul, infestações das lavouras de soja das regiões do Planalto Médio, Alto Uruguai e das Missões, têm aumentado em cerca de 30% a 40% (100). A falta de um controle eficaz, as dificuldades na separação mecânica das sementes em peneiras e o comportamento biológico, são alguns dos fatores que facilitam a propagação da espécie.

  Suas sementes podem apresentar elevado grau de dormência. A perda de rendimento de grãos de soja pela convivência de 1 planta de

balãozinho/m² durante o ciclo da soja, pode variar entre 1 e 2,5% (99, 111). O balãozinho é capaz de germinar entre 15°C e 40°C, com temperatura ótima de 35°C. Com a eliminação do tegumento, a germinação aproxima-se de 80%. A germinação máxima ocorre na profundidade de 1-3 cm e é reduzida após os 6 cm (57). Poucos herbicidas tem dado bons resultados de controle (19).

- **Capim-custódio** (*Pennisetum setosum*). Tem se alastrado no sudoeste goiano, onde já provocou grandes perdas na cultura da soja. Em conseqüência da sua capacidade de perfilhamento e infestação, prejudica inclusive a colheita (13).

- **Capim-marmelada** (*Brachiaria plantaginea*). É uma das plantas daninhas anuais freqüentes nos solos cultivados das regiões Centro e Sul do Brasil. É particularmente importante, em lavouras anuais de soja e milho. Sua alta agressividade competitiva, tem resultado em significativas perdas de produção (67). Na fase de pós-semeadura da soja, a sua emergência pode variar entre 1% em semeadura direta e 10% em semeadura convencional (117). Há disponibilidade de herbicidas, associado a outras práticas culturais, que facilitam o controle dessa espécie.

- **Carrapicho-de-carneiro** (*Acanthospermum hispidum*). É uma séria infestante de lavouras, principalmente no Sul e Sudeste do país. Geralmente forma infestações densas, sendo especialmente não desejada em lavouras de algodão (67). Diferentes manejos de solo não tem afetado o seu período de sobrevivência no solo, estimado em 10 anos (119).

  Pode apresentar alta porcentagem de sementes viáveis, porém são dormentes imediatamente após coletadas, exceto aquelas coletadas mais próximas da época de semeadura da soja. Sementes dormentes não germinam a temperaturas entre 10 e 40ºC. Para as não dormentes, a melhor germinação ocorre entre 20-25ºC. As sementes respondem positivamente à luz. A resposta depende do teor de água das sementes. A cor das sementes não tem relação com a viabilidade ou dormência (45, 46).

- **Cheirosa ou mata-pasto** (*Hyptis suavolens*). É uma das principais invasoras na cultura da soja da região dos cerrados. Dificulta a colheita e

aumenta a umidade dos grãos e o teor de impurezas da soja colhida. É de fácil disseminação (13).

- **Corda-de-viola** (*Ipomoea* spp.). Ocorrem duas espécies de importância em lavouras: *I. grandifolia* e *I. purpurea*. São consideradas plantas daninhas muito prejudiciais às culturas anuais e perenes de verão das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país. Preocupa, de modo especial, pelas dificuldades causadas por ocasião da colheita. Causa o embuchamento das colhedoras (67).

  Herbicidas de contato, de aplicação pós-emergente, não tem apresentado uma ação efetiva de controle, permitindo o seu rebrotamento e a reposição contínua do banco de sementes, o que motiva a reaplicação anual de herbicidas. Observações sob condições de campo, indicam baixa intensidade de emergência. Baseado num dado de germinação de 34%, sua sobrevivência no solo pode atingir em torno de 10 anos.

  As sementes apresentam tegumento duro, impermeável, característica que proporciona maior sobrevivência (24, 102) e é uma das causas da dormência, devido à dificuldade em absorver água ou oxigênio, ou ambos. Embora a absorção de água ainda aumente após 24 h de embebição, 60% das sementes podem continuar duras, sem germinar. Sementes escarificadas submetidas a temperaturas alternadas de 20/35ºC alcançaram 98% de germinação (71). As exigências em temperatura variam com as condições fisiológicas das sementes (75, 83).

- **Desmódio** (*Desmodium tortuosum*). Planta daninha anual, de ocorrência comum na região Centro-Sul do Brasil**.** É uma espécie nativa da América tropical. A partir da década de 80 ganhou importância no Brasil, como planta infestante de lavouras de soja nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (12, 79). A taxa de emergência tem variado entre 4,4% e 7,6%, em semeadura convencional e direta, respectivamente; no ano seguinte entre 0,4 e 1,0%. Produz uma grande quantidade de sementes.

  As sementes de plantas deste gênero apresentam dormência decorrente da impermeabilidade do tegumento, comum nas sementes de leguminosas (23). O desmódio estabelece-se em cultivos de soja, onde

pode atingir uma altura de cerca de 180 cm e produzir intensa quantidade de sementes. Em lavouras, tem-se observado a presença de altas infestações e germinação escalonada, que se estende até o período de fechamento da cultura. A temperatura mínima exigida para a germinação pode ser o fator responsável pela sua emergência tardia, em regiões de clima temperado (54).

- **Guanxuma** (*Sida sp.*). Ocorrem duas espécies principais, *S. rhombifolia* e *S. spinosa*. São infestantes altamente competitivas com as culturas agrícolas, devido ao seu profundo sistema radicular. Bastante comuns em lavouras de todo o país (67). Em experimento conduzido em semeadura direta a sobrevivência de sementes no solo foi de três anos (35).

  Uma espécie, *S. rhombifolia* germina à temperaturas de 35ºC e, a outra, *S. spinosa* germina à 35 ou 40ºC. Ambas germinam mais do que 75%. De modo geral, *S. rhombifolia* germina melhor do que *S. spinosa* e suporta um maior estresse de água (98).

- **Picão-preto** (*Bidens* spp.). Ocorrem duas espécies: *B. pilosa* e *B. subalternans*. São sérias infestantes de lavouras anuais e perenes do Centro-Sul do país. Muito prolíficas e de ciclo curto, com até três gerações por ano. Formam infestações densas. *B. subalternans* é hospedeira de nematóides (67). Pode apresentar uma sobrevivência de até quatro anos no solo (122). No entanto pode reinfestar facilmente, especialmente nas condições de milho safrinha, sem controle herbicida.

  As temperaturas ótimas de germinação de *B. pilosa* variam de 25/20ºC e de 35/30ºC, durante a noite e o dia, respectivamente. Temperaturas abaixo de 15/10ºC e acima de 45/40ºC, são desfavoráveis à germinação. Os percentuais de germinação variam entre 78-90% e a emergência máxima ocorre preferencialmente com as sementes a 1 cm de profundidade e nenhuma a 10 cm.

  A imersão das sementes em água, por um período de um dia, reduziu a germinação de 56% para 25%. Após 28 dias de imersão, a germinação foi nula (84). Talvez, por isso, seja incomum ver plantas de picão em áreas de cultivo de arroz inundadas. Uma planta de picão-preto pode

produzir de 3 a 6 mil sementes. A maioria germina logo após a maturação. Sementes armazenadas por 3 a 5 anos ainda podem apresentar germinação de 80% (53).

- **Trapoeraba** (*Commelina benghalensis*). É uma planta daninha infestante de lavouras anuais e perenes. É a espécie de trapoeraba mais comum de lavouras (67). Em áreas sob o estabelecimento e competição intensa do capim-marmelada, tem mostrado reduções do banco de sementes maiores do que a verificada com o uso de herbicidas (121). Este benefício pode ser melhor explorado com a introdução de uma pastagem de braquiária em lavouras de soja, pelo período de alguns anos, num esquema de integração lavoura-pecuária.

  A trapoeraba apresenta sementes aéreas e subterrâneas. As sementes aéreas são menores e representam 73 a 79% do total; as sementes aéreas, maiores, 19 a 22%, e as sementes do solo, apenas 1 a 3%. As taxas de germinação aumentam com o tamanho das sementes (124). A germinação, logo após a colheita, varia. Para as sementes aéreas, as pequenas germinaram de 0 a 3% e as grandes de 20 a 35%. Para as sementes do solo, as pequenas germinaram 33% e as grandes 90%. A profundidade ótima para a germinação varia de 0 a 5 cm. As sementes do solo respondem melhor à luz do que as aéreas (125).

A dinâmica de populações de plantas daninhas

O conhecimento da dinâmica de plantas daninhas envolve o estudo da biologia das espécies, incluindo informações do ciclo de vida e suas interações com as plantas cultivadas, com as quais compete por água, luz, espaço e nutrientes. Também são afetadas pelas condições de manejo da cultura, que alteram o meio ambiente. Na Figura 1, esquematizada a seguir, é possível observar os diversos componentes da dinâmica das plantas daninhas, a partir de um banco de sementes no solo, em relação a uma cultura, fatores de manejo e meio ambiente.

A dinâmica de plantas daninhas envolve aspectos da biologia e ecologia das espécies e pode ser alterada pelas condições de manejo da cultura.

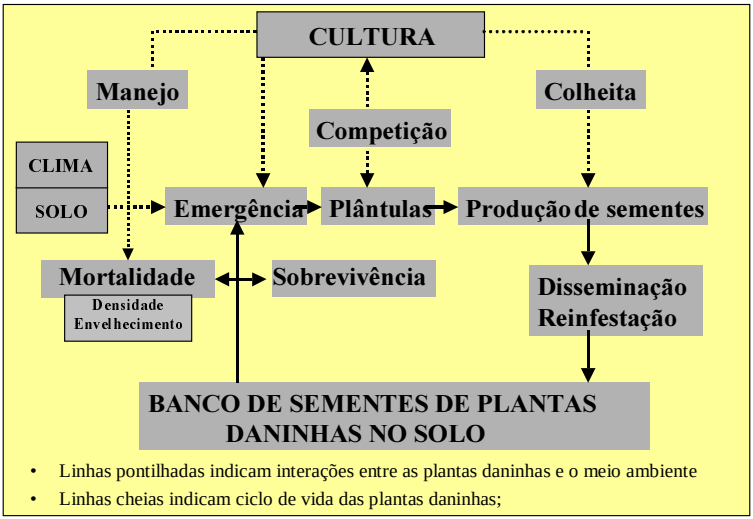

Figura 1. Fatores componentes da dinâmica de plantas daninhas.

Banco de sementes no solo

Representa a diversidade de espécies de plantas daninhas no solo, variáveis em número, dispersas no seu perfil, em função de diferentes manejos do mesmo. A existência de um banco de sementes no solo dá-se em função de espécies já existentes na área e de outras introduzidas pelo cultivo da terra.

O banco de sementes no solo pode variar em quantidade e em qualidade de sementes. Essas populações se estabelecem em função de variadas condições de manejo do solo, das culturas e dos meios de controle.

Grande quantidade de sementes morre no solo devido ao ataque de diversos agentes biológicos (fungos, insetos), a intensidade variáveis, sendo afetadas também pelas próprias densidades e envelhecimento. Outra parte germina e emerge. O clima e o solo, alterados pelas condições de manejo, afetam as condições de germinação das sementes, que podem ou não estar dormentes.

As plântulas estabelecidas produzem quantidades variáveis de sementes maduras conforme a espécie e podem ser disseminadas anterior, durante ou posteriormente aos procedimentos de colheita da cultura.

As sementes sobreviventes germinam durante vários anos, em períodos de tempo variáveis, dependendo da espécie, germinando a maior parte no primeiro ano.

Sementes como as de amendoim-bravo e picão-preto apresentam, de modo geral, altas taxas de germinação e emergência, exaurindo-se no solo em cerca de três a quatro anos, na ausência de reinfestação (122). Outras, como a de trapoeraba, podem sobreviver no solo por cerca de 40 anos (121).

Programas eficientes de controle de plantas daninhas, reduzem a disseminação, a reinfestação e seus períodos de sobrevivência no banco de sementes.

Comportamento de banco de sementes

A composição qualitativa e quantitativa da flora daninha de um determinado local reflete o sistema de cultivo em uso. Mudanças nas espécies presentes podem variar entre locais, com a introdução de novas espécies de plantas daninhas, ou o aumento das já existentes (29).

É necessário relacionar o comportamento das espécies daninhas com as várias práticas culturais executadas, como as de preparo do solo, rotação de culturas, controle químico e operações de colheita (39). Esses comportamentos devem ainda estar relacionados com as causas que produzem as alterações, tais como as condições internas das sementes, o meio ambiente e os fatores de manejo.

Para saber das expectativas de reinfestação numa dada área é necessário conhecer as porcentagens de germinação, de emergência e a expectativa de sobrevivência de sementes não germinadas ou dormentes das espécies mais importantes do banco de sementes.

Apenas parte das sementes germinam e emergem do solo para competir com a cultura, em geral 5 a 7% na safra. Êsses valores são variáveis em função de diversos fatores. A periodicidade de emergência anual relaciona-se, primariamente, com a ocorrência de chuvas, no período de aumento das temperaturas. Ocorrem também variações nas produções de "sementes duras", que não germinam, influenciadas pelo ano de produção das sementes (101). Em geral, observa-se um decréscimo exponencial no número de sementes viáveis, de ano para ano, em média de 32% em solo cultivado e de 12% para solo não cultivado, incluindo todas as espécies. A taxa de decréscimo varia com o manejo de solo, ou seja, as populações declinam mais rapidamente (2 a 3x) em solos cultivados do que em solos não cultivados (89), em semeadura convencional.

A sobrevivência de um banco de sementes de plantas daninhas é função das condições ecológicas em que as mesmas se encontram, e das alterações ambientais introduzidas num sistema de produção agrícola.

Fatores ligados à germinação e dormência das sementes

A germinação das sementes de plantas daninhas pode estar ligada a diversos fatores de dormência. Vários procedimentos são usados para determinar as causas dessa limitação, por exemplo, tratamentos com ácido sulfúrico e envelhecimento das sementes (tegumentos impermeáveis a água e ao oxigênio), períodos de embebição em água (sementes como as do amendoim-bravo apresentam gomas envoltórias, que facilitam a absorção de água e a germinação sob baixas condições de umidade do solo), compostos nitrogenados (suprem a deficiência de nitratos, promovendo a germinação), fitohormônios (ácido giberélico), suprimentos adequados de luz e temperatura. Certas sementes recém coletadas ou armazenadas secas como as de picão (*Bidens tripartita*), requerem tiouréia e luz (vermelha) para a quebra de dormência e germinação. Germinam melhor à profundidades de até 1 cm (14). O grau de dormência das sementes de *Chenopodium album* mostrou-se inversamente relacionado ao seu tamanho e espessura da camada do tegumento (60). Ao final de um

certo período de controles sucessivos, deve ocorrer a predominância de sementes menores e mais dormentes. Em pesquisa, deve-se observar também a ocorrência possíveis diferenças polimórficas nas espécies em teste. Exemplos da existência de polimorfismo somático são as espécies como trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (variados tamanhos, formas e cores) e carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*) (sementes claras e escuras).

Estratégias de dormência

As estratégias de dormência e germinação inerentes a cada uma das espécies daninhas contribuem para a perpetuação de suas sementes no solo. Para sementes com baixo grau de dormência, a profundidade não afeta a sobrevivência de modo amplo. Aquelas que não germinam prontamente, perdem a viabilidade. Em geral, na superfície ocorre maior chance de emergência e menos morte de sementes. Ciclos de secagem e umidecimento e o envelhecimento das sementes também causam a quebra de dormência. Características físicas das sementes, como presença de glumas e firmeza, permeabilidade do tegumento e sua embebição (20, 37, 48, 55, 128) e químicas, como teores de lignina da cariopse e de tanino das glumas (37), também respondem pelo estado de dormência das mesmas. A sobrevivência de sorgo (*Sorghum bicolor*) no solo correlaciona-se positivamente com a firmeza das glumas, e os teores de lignina da cariopse e tanino das glumas. Ambas as substâncias parecem funcionar como barreiras à invasão microbiana (37).

Outras vezes, para a germinação ocorrer, é necessária uma chuva de alta intensidade, como para amendoim-bravo (*Euphorbia* sp.), que contém inibidores de germinação solúveis em água (14), ou uma relação favorável de níveis de oxigênio no solo, como para corda-de-viola (*Ipomoea purpurea*), decrescendo a maiores profundidades (52).

Em capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*) observou-se que a dormência não era devida à permeabilidade do tegumento à água, uma vez que estas sementes absorviam água tão rápido como as sementes dormentes (48).

Variações de dormência entre plantas mãe, populações e anos devem ser levados em conta nas avaliações de germinação de uma espécie e na modelagem da dinâmica de bancos de sementes (7).

A estação do ano, a localização das sementes no perfil (30, 34, 64, 95, 105) e o cultivo do solo (81, 88, 89, 96) interferem no processo de dormência das sementes, por alterarem o meio ambiente.

Nos ciclos anuais de dormência fazem parte, os efeitos de práticas agronômicas (níveis de fertilidade do solo, efeitos de luz, efeitos de cultivos e outras interações), fisiologia e bioquímica (fitohormônios - reguladores de plantas, farmacologia, genética e biologia molecular) e modelos de germinação e bancos de sementes (32).

Efeitos de manejo sobre bancos de sementes

Na Tabela 1 são apresentados resultados de redução anual do banco de sementes de capim-marmelada e as estimativas de sobrevivência (em anos), para esta e outras espécies, obtidos em experimentos conduzidos em Londrina, PR, num período de cinco anos (111, 116, 118, 119, 120, 121, 122).

O capim-marmelada (116) apresentou reduções anuais do banco de sementes de 31,7% e 58,9%, nos sistemas convencional e direto, respectivamente, numa seqüência de trigo-soja, na ausência de reinfestação. Os dados indicam melhores condições de germinação das sementes na superfície do solo, sob a palha. As estimativas de sobrevivência do banco de sementes foram de 5,2 e 12 anos para os sistemas de semeadura direta e convencional, respectivamente.

De modo geral, as sobrevivências foram menores em semeadura direta da soja.

Para a trapoeraba (121), ocorreram reduções adicionais do banco de sementes, na ausência do uso de herbicidas. A competição intensa do capim-marmelada e seus efeitos alelopáticos podem ter sido responsáveis por essa maior redução. Este fenômeno deve ser melhor explorado com

Tabela 1. Redução anual do banco de sementes de capim-marmelada e estimativas de sobrevivência para esta e outras espécies de plantas daninhas.

Manejo de solo	Manejo de herbicidas	Redução anual	Estimativa sobrevivência						
			Espécies de plantas daninhas						
		Capim-marmelada	Capim-marmelada	Capim-colchão	Trapoeraba	Carrapicho-de-carneiro	Amendoim-bravo	Picão-preto	Balãozinho
		(%)	(anos)						
Convencional	Com	31,7	12,0	8	42	10	4	4	6
	Sem	32,6	–	–	21	10	–	–	–
Semeadura direta	Com	58,9	5,2	6	22	12	3	4	7
	Sem	46,0	–	–	13	10	–	–	–

O estabelecimento de pastagens, em rotação com a soja, por períodos iguais ou maiores aos de sobrevivência de plantas daninhas, como o capim-marmelada, picão e o amendoim-bravo, podem contribuir para reduzir problemas futuros de infestação. A integração lavoura-pecuária deverá ser útil para contornar problemas de resistência à herbicidas. A produção de soja orgânica também deverá ser facilitada. Substâncias alelopáticas, liberadas pelas raízes das braquiárias, como o ácido aconítico, podem controlar a germinação de espécies problema e estimular microorganismos do solo na destruição das sementes dormentes.

a introdução da pastagem de braquiária, por um período de cinco anos, em substituição a soja, ou seja, com a integração lavoura-pecuária.

Menores períodos de sobrevivência foram observados para o amendoim-bravo e o picão-preto (122). Tais espécies apresentam elevada capacidade germinativa e emergência no solo.

Considerando o banco de sementes de balãozinho, a redução média anual foi de 61,6% na semeadura convencional e de 56,4% na direta, correspondendo à sobrevivências de seis e sete anos, respectivamente (111).

Outros dados indicam que após três anos de semeadura direta, sementes viáveis de guanxuma (*Sida spinosa*), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e caruru (*Amaranthus* spp.) declinaram de 590, 1531 e 4346 m^2, respectivamente, para zero no terceiro ano (35).

O cultivo do solo acarreta redistribuição vertical das sementes daninhas e modificações nas propriedades físicas do solo, que provocam a sua compactação. A emergência das plantas daninhas aumenta com os enterrios superficiais e, decresce, exponencialmente, a maiores profundidades. Em conseqüência, a sobrevivência das sementes aumenta com a profundidade. Assim, o cultivo afeta a emergência e a sobrevivência das sementes das espécies daninhas, devido às mudanças que provoca nas condições do solo e também pela redistribuição das sementes no perfil (73).

Variações anuais de emergência

Certas espécies anuais de plantas daninhas são abundantes em alguns anos e menos comuns em outros. Vários fatores são citados, como variação no tipo de cultura, época de preparo do solo, produção anterior de sementes, eficiência dos herbicidas, ataque de fungos, bactérias e insetos e a taxa de emergência anual da espécie (42). As porcentagens de emergência variam entre as espécies e nos anos (90, 101). Variações nas produções de “sementes duras” são influenciadas pelo ano de produção das sementes. Sementes de *Setaria lutecens* apresentaram menos que 18% de sementes duras em 1969, porém mais que 54%, em 1967 (101).

Taxas de germinação são afetadas por temperatura e disponibilidade de água no solo (60, 61, 64), independente do manejo usado (20, 55, 129). A periodicidade relaciona-se primariamente com a ocorrência de chuvas, no período de aumento das temperaturas (101). As estimativas da temperatura do solo, com base na temperatura do ar, podem ser de grande utilidade nos trabalhos de simulação (2).

Cultivos repetidos e profundos resultam em declínios exponenciais da emergência de plântulas, a diferentes taxas. Geralmente, as emergências no 2º ano são menores do que no primeiro. As emergência da corda-de-viola e caruru, num período de cinco anos, foram maiores em semeadura direta do que em semeadura convencional, onde as sementes foram incorporadas à profundidade de 0-15 cm. As emergências totais de plantas daninhas, no período, variaram entre 61-88% no primeiro ano, e 9-23% no segundo ano. O declínio da emergênia foi exponencial (82).

Porcentagens de emergência são importantes para investigações econômicas, visando a tomada de decisões de manejo (103).

Níveis anuais de emergência, em pré e pós-semeadura, estão disponíveis para algumas espécies daninhas, nos sistemas de semeadura convencional e direta (Tabela 2). Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Soja, em Londrina, PR (117, 121).

Efeitos do tipo de manejo sobre a emergência de plantas daninhas

Os resultados apresentados neste ítem relacionam-se com pesquisas conduzidas na Embrapa Soja, Londrina, PR, em diferentes períodos de anos.

Efeitos sobre capim-marmelada

Na fase de pré-semeadura da soja (Figura 2), as emergências anuais de capim-marmelada foram variáveis com os anos e com os sistemas de

Tabela 2. Emergências anuais (%) de capim-marmelada, trapoeraba e amendoim-bravo.

Manejos	Capim-marmelada			Trapoeraba			Amendoim-bravo		
	Pré-s[1]	Pós-e[2]	Anual	Pré-s	Pós-e	Anual	Pré-s	Pós-e	Anual
	Emergências anuais (%)*								
Convencional	5,5	2,3	7,8	0,1	1,9	2,0	–	–	–
Semeadura direta	1,9	6,6	8,6	0,1	1,9	2,0	28,0	32,0	60,0

[1] Pré-semeadura;
[2] Pós-emergência.
* Plantas daninhas se caracterizam pela grande agressividade competitiva com as culturas, que são reduzidas sob maiores níveis de fertilidade do solo. Apresentam grande capacidade de produzir sementes e variam em tempo de sobrevivência no solo. Em alguns casos, como por exemplo, o amendoim-bravo (ou leiteira) e o picão-preto, as sementes podem apresentar baixa dormência, grande capacidade germinativa e alta infestação das lavouras.

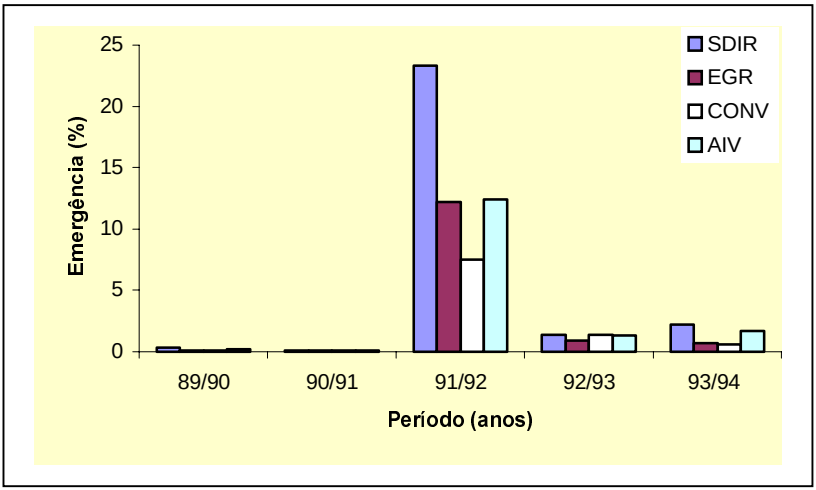

Figura 2. Emergências anuais (%) de capim-marmelada, na fase de pré-semeadura da soja, nos manejos de semeadura direta (SDIR), escarificação e grade rome (EGR), convencional (CONV) e aiveca (AIV).

manejo (117). De modo geral, as infestações nessa fase foram baixas. Devido à condições climáticas favoráveis, na safra 91/92, ocorreu alta porcentagem de emergência. Na semeadura direta, a taxa de emergência (25%) foi maior que nos demais manejos. É muito importante nessa fase reduzir o período entre as operações de manejo e a semeadura, visando atrasar a emergência e competição das espécies daninhas com a cultura.

Emergências anuais (%) de capim-marmelada, na fase de pós-semeadura da soja (Figura 3) variaram entre 4 e 10%. No início do experimento, não houveram diferenças significativas entre os manejos. Nos anos seguintes, porcentagens de emergência foram menores nos manejos com menor movimentação do solo e onde permaneceu a cobertura de palha de trigo, especialmente em semeadura direta da soja. Comparando, dados de emergências de capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) estas variaram entre 0,8 e 3,5%, nos sistemas direto e convencional, respectivamente (120).

As emergências anuais de capim-marmelada (Figura 4), decresceram inicialmente na ausência de controle herbicida, com o aumento das

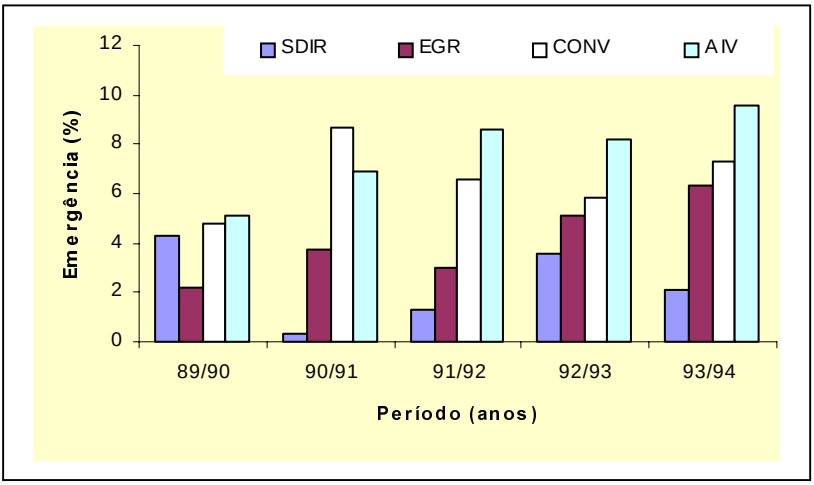

Figura 3. Emergências anuais (%) de capim-marmelada, na fase de pós-semeadura da soja, nos manejos de semeadura direta (SDIR), escarificação e grade rome (EGR), convencional (CONV) e aivéca (AIV).

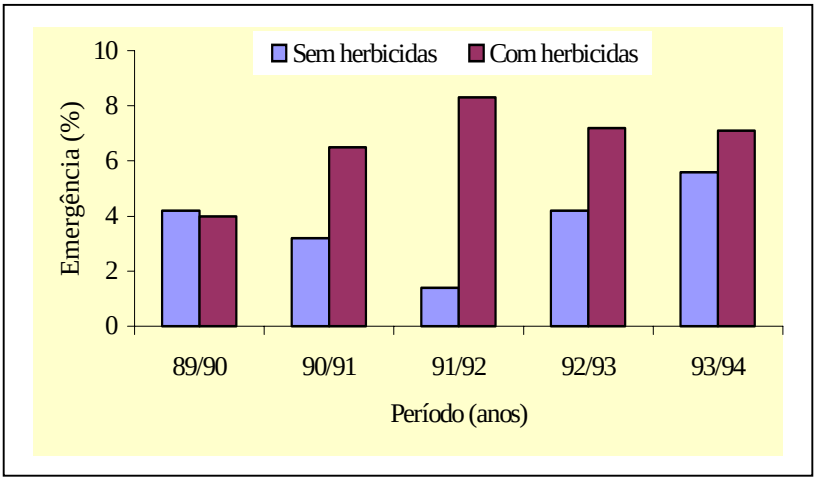

Figura 4. Emergências médias anuais de capim-marmelada (%) nos manejos, com e sem controle herbicida.

reinfestações no solo. As emergências tendem a aumentar, a perder a dormência, a medida que os anos passam. Ao contrário, sob controle com herbicida, as emergências aumentam com a redução do banco de sementes e a perda de dormência das sementes no solo, tendendo a se estabilizar.

As emergências de capim-marmelada variaram com os manejos (Figura 5) e são menores em semeadura direta, comparado ao convencional e com aivéca, sendo intermediário na escarificação e grade rome. Os dados confirmam resultados de menor emergência de plantas daninhas sob sistemas de manejo com menor movimentação do solo.

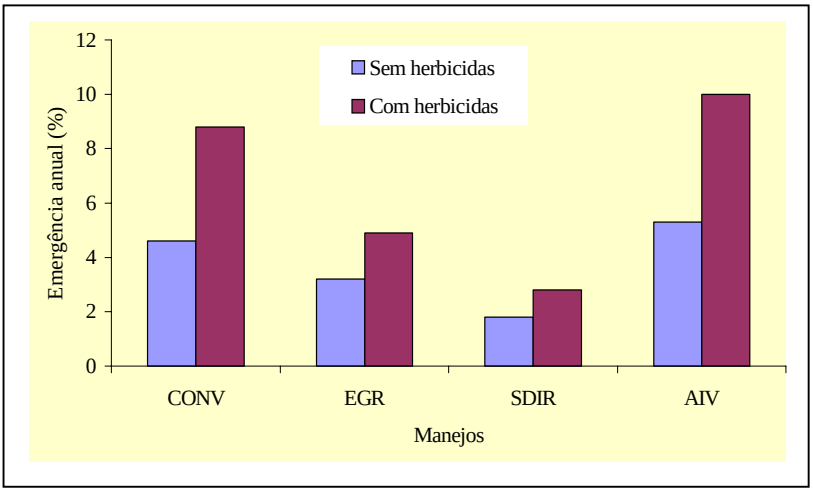

Figura 5. Emergências de capim-marmelada (%) nos manejos, com controle e sem controle herbicida.

Em outro experimento (Tabela 3; Figura 6) foram estabelecidos tratamentos de pousio, trigo e aveia, esta rolada no estádio de grão leitoso, prescedendo a cultura da soja. A semeadura da soja foi feita em três diferentes épocas (18/10, 18/11 e 12/12/91). Os resultados (Tabela 3) indicam menores infestações de plantas de capim-marmelada emergidas por metro quadrado em semeadura direta da soja, quando prescedida pelas culturas de inverno, trigo ou aveia-preta. Maior emergência de plan-

Tabela 3. Efeitos de manejo do solo e da época de semeadura na infestação de capim-marmelada (*Braquiaria plantaginea*).

Época de semeadura da soja	Trigo		Aveia	
	Sdir	Conv	Sdir	Conv
	Nº de plantas/m^2			
18/out	61	472	21	319
18/nov	25	143	26	276
12/dez	51	188	19	143

(Sdir = semeadura direta; Conv = convencional). Aveia rolada no estádio de grão leitoso

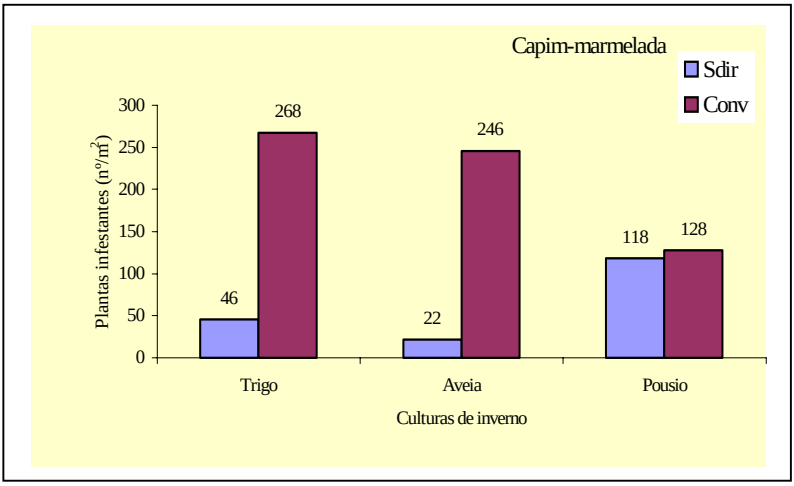

Figura 6. Efeitos do manejo do solo e de palhas na infestação de capim-marmelada (*Braquiaria plantaginea*). (Sdir = semeadura direta; Conv = convencional).

tas de capim-marmelada ocorreu na primeira época de semeadura, com maior infestação no sistema convencional. O nível de controle de capim-marmelada pela culturas assemelha-se e é significativamente maior no sistema direto do que no convencional (47).

Na Figura 6 é apresentada a média das infestações, incluindo o tratamento pousio, sem cobertura vegetal, no qual resultou em diferenças não significativas de infestação de capim-marmelada.

Efeitos sobre a trapoeraba

As emergências médias de trapoeraba nos diferentes tipos de manejo, nas fases de pré e pós-semeadura da soja, foram baixas e variáveis, atingindo no máximo 4% (Figura 7). As taxas anuais de emergência foram insignificantes em pré-semeadura e maiores em pós-semeadura da soja (121).

Em áreas com altas infestações de plantas daninhas, o capim-marmelada tem se estabelecido em detrimento das outras espécies, como de trapoeraba e carrapicho-de-carneiro. O cultivo do solo tem aumentado a intensidade de emergência das espécies.

Os levantamentos de plantas daninhas emergentes e o conhecimento de suas taxas de emergência permitem a identificação e quantificação da flora infestante e sua evolução numa área de lavoura.

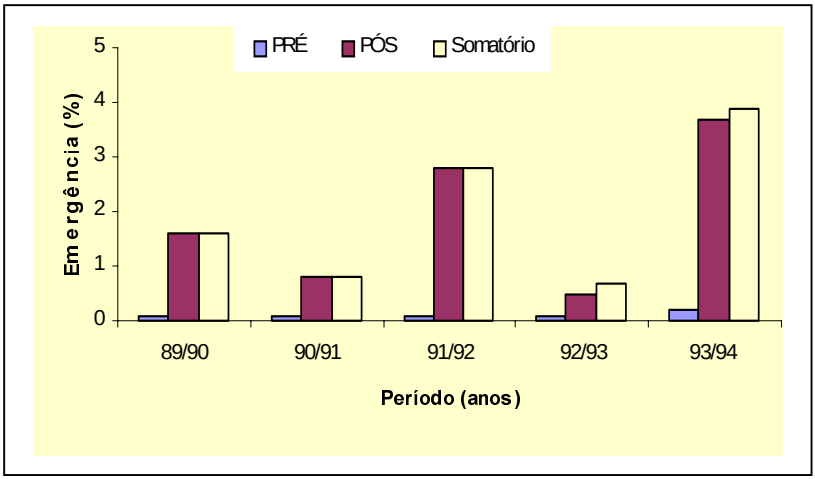

Figura 7. Emergências médias de trapoeraba (%) nos diferentes tipos de manejos, nas fases de pré e pós-semeadura da soja.

Efeitos sobre o balãozinho

Embora os produtores do norte do Estado do Paraná estejam preocupados com a ocorrência do balãozinho, o problema tende a não se estabele-

cer com a mesma gravidade do que no sul do Brasil (RS), provavelmente, em razão das diferenças ambientais, o que pode indicar ausência de maiores problemas na Região Central do Brasil (111). No entanto, merece atenção o fato de que a temperatura ótima de germinação da semente é alta (ótima aos 35°C) em relação a outras espécies e, eliminada a barreira do tegumento no processo de germinação (eleva-se a 80%), abundantes chuvas poderiam facilitar a germinação (57). As densidades de plantas de balãozinho decresceram de ano para ano (em Londrina, PR), não ocorrendo reinfestações, em razão do ataque de míldio (*Peronospora farinosa*). Ocorreu uma tendência a maior infestação em semeadura direta.

A redução anual do banco de sementes de balãozinho foi de 61,6%, na semeadura convencional, e de 56,4%, na semeadura direta. As estimativas dos períodos de sobrevivência foram, respectivamente, de seis e sete anos (Figura 8).

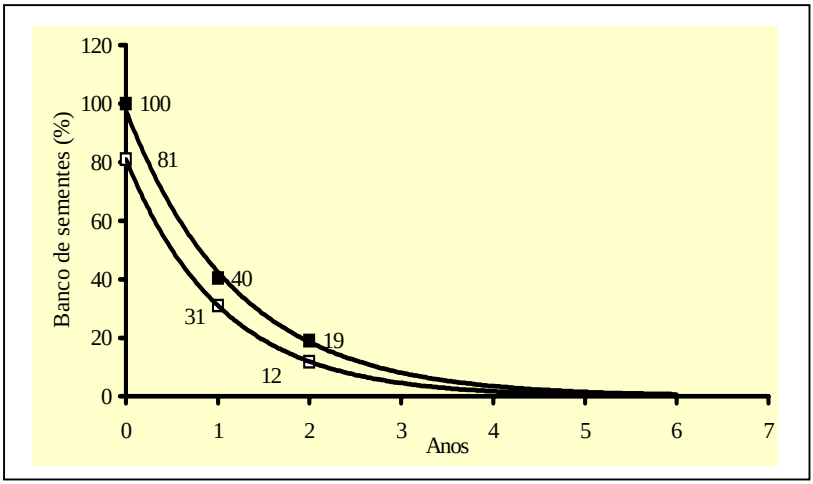

Figura 8. Redução anual do banco de sementes de "balãozinho" nos manejos de semeadura convencional (☐) e direta (■) da soja, com projeção de sobrevivência.

As emergências anuais, em pós-emergência da cultura, na ausência de reinfestações, foram maiores em semeadura direta (17,8%, 9,2% e

3,1%) do que na convencional (14,1%, 4,8% e 0,5%), nos três anos (Figura 9).

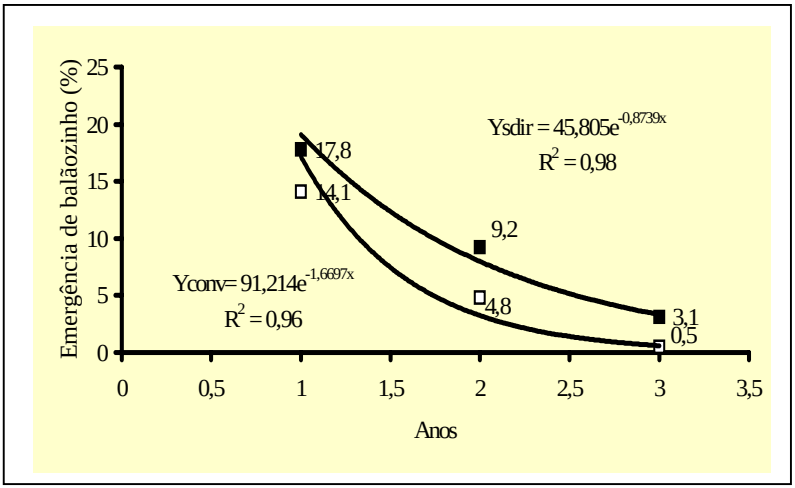

Figura 9. Emergência anual de "balãozinho", em pós-emergência da cultura, numa seqüência de três anos, a partir de um banco de sementes inicial, nos manejos de semeadura convencional (□) e direta (■).

As emergências anuais, somadas as de pré e pós-emergência da cultura, na ausência de reinfestações, foram maiores também em semeadura direta (42,6%, 32,0% e 5,0%) do que na convencional (29,9%, 10,9% e 0,7%), nos três anos. Uma maior porcentagem de germinação das sementes é observada no 1º ano. No 3º ano, as sementes remanescentes seriam "sementes duras", com maiores restrições à germinação (Figura 10).

Perdas de produtividade de soja foram estimadas em 8,1%, com a presença de 10 plantas/m^2 de balãozinho, em 3549 kg/ha de soja. O balãozinho apresenta significativa capacidade de infestação e de competição com a soja, tendendo a ser eliminado por condições ambientais que favoreçam o ataque de míldio (*Peronospora farinosa*). Nestas condições não ocorreu a reinfestação com nova produção de sementes.

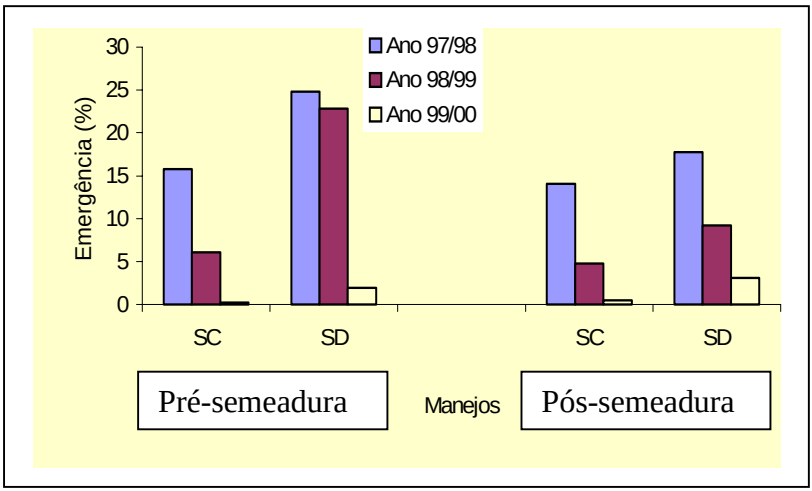

Figura 10. Emergência de balãozinho (%) na cultura da soja, determinada em função do banco de sementes, em pré e pós-semeadura da soja, nos manejos de semeadura convencional (SC) e direta (SD).

Determinações de emergência em outras espécies de plantas daninhas como, corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e caruru (*Amaranthus* spp.), num período de cinco anos, foram maiores em semeadura direta do que em semeadura convencional, em que as sementes foram incorporadas a profundidade de 0-15 cm no solo. A emergência total de plantas daninhas no período variou entre 61-88% no primeiro ano, e 9-23% no segundo ano. O declínio da emergência no período foi exponencial.

Efeitos da distância entre linhas de semeadura

A integração de práticas de manejo para o controle de plantas daninhas, como associar a redução do espaçamento entre linhas, possibilita reduzir as quantidades utilizadas de herbicidas. Resultados de um experimento conduzido (19) são apresentados na Figura 11. Observa-se que a meia dose do herbicida (graminicida + latifolicida) resultou em produção máxima de soja em todos os espaçamentos. Na ausência de capina, ocorreram reduções significativas de produção, com o aumento dos espa-

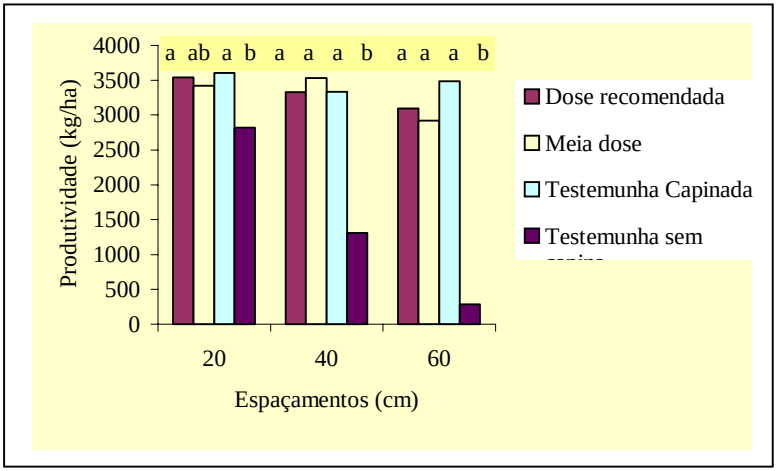

Figura 11. Controle cultural associado a doses reduzidas de herbicidas.

çamentos. O espaçamento de 20 cm, sem herbicidas, resultou numa perda menor de produção, comparado com a grande capacidade competitiva da infestação presente, no maior espaçamento.

Em cultivos de soja orgânica, onde não é permitido o uso de herbicidas, a utilização de espaçamentos menores (20 cm) seria uma alternativa para o controle das plantas daninhas. Áreas com menores infestações são mais indicadas.

Influência da cobertura morta no controle de plantas daninhas

Na quantidade de "sementes"

A cobertura morta de plantas faz parte do sistema de semeadura direta. Essas coberturas são formadas pelas restevas ou resíduos vegetais das culturas de inverno, como trigo, aveia, centeio, cevada, leguminosas, nabo forrageiro, milheto ou plantas daninhas mantidas na superfície do solo.

Resultados obtidos com aveia-preta têm demonstrado que quantidades de 4,5 a 9,0 t/ha de matéria seca na superfície do solo tem reduzido populações de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) de 700 plantas/m^2, na área de pousio, para 5 a 20 plantas/m^2 (43). Em outro experimento, uma cobertura de matéria dessecada de aveia de 5,4 t/ha reduziu de modo exponencial uma emergência de 44,7 plantas/m^2 para 1,8 plantas/m^2 (104). Medidas de controle com herbicidas poderiam até ser dispensadas sob menores infestações, após avaliação do custo/benefício de uma aplicação, ou ter a eficiência de controle aumentada.

Na qualidade da flora ou espécies

Uma pesquisa conduzida por nove anos, num esquema de rotação de 1/3 de milho e 2/3 de soja, mostrou uma redução na densidade de folhas largas e aumento na densidade de gramíneas (93). Isto indica que em áreas infestadas com gramíneas, o controle das mesmas normalmente é suficiente para evitar perdas no rendimento do milho, porém poderá ocorrer germinação tardia, deixando a lavoura "suja". Este fato proporcionou aumento da densidade de gramíneas na cultura da soja, no verão seguinte. Por outro lado, após a colheita do milho, o capim-marmelada pode ser aproveitado como pastagem para bovinos. Neste caso, o referido "escape" tardio da gramínea seria desejável ("Sistema Santa Fé" de introdução de pastagem).

Áreas com a cultura da cana-de-açúcar, após determinado período de cultivo, têm sido cultivadas com soja. Dois decretos-lei (1997) proibem a queima da palhada após a retirada da cana. Resultados de campo indicam que espécies daninhas, como picão-preto, amendoim-bravo, corda-de-viola e guanxuma têm suas infestações controladas com quantidades de palha iguais ou superiores a 6 t/ha (69), bem como beldroega, caruru (*A. deflexus*), capim-colonião (*P. maximum*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e capim-colchão (*D. horizontalis*) (67).

Existe certa distinção entre as plantas daninhas infestantes que germinam após diferentes palhadas de plantas para cobertura de solo, no inverno. Predominâncias de folhas largas ocorrem após gramíneas e de

folhas estreitas, após as leguminosas ou crucíferas. A aveia preta tem sido a mais eficiente na redução de espécies daninhas de folhas largas e estreitas (5). As diferenças devem-se a diferentes substâncias alelopáticas liberadas pelas palhadas e suas interações com as infestantes.

Na retenção de herbicidas nas palhas

A perda de eficiência de herbicidas residuais, quando interceptados pelas coberturas mortas, é uma possibilidade. Herbicidas como o atrazine, interceptados por resíduos de aveia-preta, não mostraram diferenças significativas com os teores encontrados no solo descoberto, após uma chuva de 20 mm, o que permitiu também uma redução na dose do produto (43). Com procedimento semelhante, praticamente todo o imazaquin foi lixiviado para o solo (92); com o herbicida trifluralin, apenas traços do produto foram detectados no solo e na palha, tanto antes como após a irrigação (91).

Outros efeitos

Áreas descobertas, sem aveia, podem resultar em maior germinação (quebra de dormência de sementes) anterior a instalação da cultura da soja e resultar em menores infestações em pós-semeadura. Por sua vez, sob a palhada de aveia, baixas temperaturas na época anterior à semeadura podem resultar em maior emergência, na fase de pós-semeadura da soja.

Manejo da cobertura de aveia

Manejo mecânico ou químico da aveia-preta não diferiram com relação à taxa de decomposição e o controle de plantas daninhas na colheita, em semeadura direta de milho (8) (Tabela 4). As combinações dos controles também não resultaram em benefícios distintos.

O manejo mecânico é uma boa opção nos cultivos orgânicos.

Tabela 4. Efeitos dos manejos mecânico e químico em aveia-preta.

Tratamento	Redução de fitomassa de aveia aos 68 dias (%)	Plantas daninhas	
		Cobertura do solo (%)	Massa na colheita (kg/ha)
Dessecante sulfosate (1,5 L ha^{-1})	63*	10,5 b**	878*
Rolo-faca	40	8,5 b	601
Triturador	50	19,0 a	912

* Diferenças não significativas. ** Tukey 5%.

Manejo da época de semeadura e controle de plantas daninhas

A época de preparo do solo e aplicação de herbicidas residuais, ou de manejo de herbicidas não seletivos no sistema direto, em relação à época de semeadura da soja, é de enorme importância prática para reduzir problemas de aplicação de herbicidas pós-emergentes.

Quando o preparo do solo, ou o manejo, e a semeadura incorrem num período relativamente largo, podem ser necessárias aplicações antecipadas de herbicidas pós-emergentes. Isso, para atender controle nos estádios adequados de desenvolvimento das espécies daninhas, o que pode implicar em possíveis efeitos fitotóxicos dos herbicidas à cultura, bem como, necessidade de reaplicar o herbicida, para evitar problemas de eficiência de controle e de reinfestação.

A competição exercida pela cultura pode ser usada na redução do crescimento das plantas daninhas e aumento da mortalidade delas, diminuindo, deste modo, as perdas de rendimento (74).

Resultados de perdas por competição indicam que atrasos na época de semeadura da soja, em relação à data de dessecação da cobertura vegetal, no sistema de semeadura direta, aumenta as perdas de grãos decorrentes da interferência de capim-marmelada (40) ou de guanxuma e picão-preto (86). Constatou-se também que o efeito da densidade de plantas

daninhas na sua produção de sementes depende da época de emergência da soja, em relação às mesmas. Quanto mais cedo a soja for estabelecida, em relação à dessecação da cobertura vegetal, menor será também a produção de sementes pelas plantas daninhas. A quantidade de sementes produzidas por picão-preto ou pela guanxuma é elevado. Mesmo sob "baixas" densidades dessas espécies, podem ocorrer perdas de produção a níveis econômicos de dano na cultura da soja.

O controle das plantas daninhas até o surgimento do 4º nó do estádio de crescimento da soja (V4), aproximadamente 30 dias após a emergência, resultou numa pequena perda de produção (<2,5%). Entretanto, o período crítico varia entre locais e anos. Um período de maior interferência, com perda de produção, foi observado entre o estádio de florescimento (R1) e o estádio do enchimento de vagem (R5) (86).

O curto período livre de competição indica a necessária duração do efeito residual de um herbicida na cultura da soja e suporta o uso de herbicidas pós-emergentes e das capinas mecânica (1).

Períodos de interferência

As perdas de produção devidas às plantas daninhas dependem de um período crítico de prevenção da interferência (PCPI), associado a outros fatores, como estádio de desenvolvimento da cultura, composição, densidade e epóca de emergência de espécies daninhas. Esse período de interferência ou competição, situa-se após um período anterior à interferência (PAI), em que não ocorrem perdas, e o período total de prevenção da interferência (PTPI), no qual as perdas assumem dimensões crescentes. O PCPI representa o período durante o qual a cultura deve ser mantida na ausência das plantas daninhas, evitando-se, assim, perdas econômicas na produção (80). Na soja, esse período inicia em torno de 25 a 30 dias após a semeadura e corresponde ao momento em que se faz a capina ou se aplica herbicidas pós-emergentes.

Perdas por competição

As perdas de produção são devidas à competição das plantas daninhas com a cultura por água, luz, nutrientes e espaço. A competição é variável em função da cultura e suas características varietais e da espécie daninha presente, intensidade e época em que se estabelecem em relação à cultura, em função das práticas de manejo.

Manejos culturais, como fertilização, redução de espaçamentos nas entrelinhas e aumento da densidade de semeadura, são os principais fatores que podem ser adotados na redução da competição. A escolha varietal e a melhor época de semeadura de uma cultivar também interferem na competição. A descompactação do solo (subsolagem) também auxilia na redução da competição, favorecendo um melhor desenvolvimento da cultura.

Na Tabela 5 observa-se os diferentes efeitos competitivos de amendoim-bravo (25 plantas/m^2) sobre duas cultivares de soja (precoce e semi-precoce). A variedade mais produtiva e de ciclo vegetativo mais longo (Embrapa 36) sofreu maiores perdas de produção (115).

Tabela 5. Perdas relativas de produtividade de distintos cultivares de soja em função de uma determinada infestação de amendoim-bravo.

Cultivar de soja	Produção (kg/ha)	Amendoim-bravo (25 pl/m^2)
Embrapa-1	2500	10% de perdas
Embrapa-36	3200	25% de perdas

As intensidades relativas de competição variam com a espécie de planta daninha (Tabela 6). Em estudo realizado em Londrina, PR, a comparação de capacidade competitiva entre quatro espécies, nas densidades de 5 plantas/m^2, indicou a seguinte órdem crescente de competição: capim-marmelada < corda-de-viola < amendoim-bravo < fedegoso (115). A idéia de que as gramíneas são mais competitivas talvez esteja ligado à sua maior capacidade de infestação nas lavouras. Por exemplo, o efeito de apenas uma planta de fedegoso corresponde ao de três plantas de capim-marmelada, aproximadamente.

Tabela 6. Perdas relativas de produção por competição de espécies de plantas daninhas e respectivos coeficientes de perdas (CP). Soja cv. Embrapa-48.

Planta Daninha	Perdas por planta (%)	Coeficiente de perdas (%)
Capim-marmelada	1,46	0,372
Corda-de-viola	2,22	0,567
Amendoim-bravo	3,02	0,773
Fedegoso	3,90	1,000

Perdas comparativas de produção de soja devido à competição com algumas espécies de plantas daninhas, em dois sistemas de manejo, também podem ser observadas na Tabela 7. Os resultados foram obtidos em experimentos instalados no mesmo período e com a mesma duração. Os vários resultados de competição com a cultura da soja mostram que espécies como o amendoim-bravo, com mesmos níveis de infestação, induzem uma variabilidade muito ampla na redução da produção. Em semeadura direta, 10 plantas de amendoim-bravo, causaram reduções na produção de 12,5% e 35,0%, nas safras de 97/98 e 98/99, respectivamente. Condições que contribuem para tais resultados são a intensidade e a época de emergência da espécie. Comparações ao nível de 10 plantas/m^2, indicam variações nas intensidades de perdas entre as espécies, em sistemas de manejo convencional e direto. Menor capacidade de competição foi observada para o balãozinho, em relação ao amendoim-bravo e desmódio.

Perdas de produtividade de soja, pela competição com o balãozinho, na intensidade de 10 plantas/m^2, foram estimadas em 8,1% (111). Em experimento conduzido com essa espécie no Rio Grande do Sul (99), foi observado elevado grau de dormência das sementes e a melhor profundidade de germinação foi entre 2 e 5 cm. A perda de rendimento de grãos de soja foi de 26% pela convivência de 10 plantas/m^2 durante o ciclo da soja. Aplicações de herbicidas, como o lactofen e o fomesafen propiciaram controle do balãozinho entre 70% e 90%.

Outros trabalhos conduzidos no RS (25) mostram que 12 plantas/m^2 de leiteiro, convivendo com a soja por 115 dias, já são suficientes para redu-

Tabela 7. Perdas comparativas de produção de soja, sob competição com algumas plantas daninhas, em dois sistemas de manejo.

Número plantas/m^2	Amendoim-bravo (Médias de 2 anos)			Balãozinho (Médias de 3 anos)		Desmódio (Médias de 3 anos)	
	Scon[1]	Sdir[2]		Scon	Sdir	Scon	Sdir
	Perda de produção (%)						
0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
5	6,5	1997/98	1998/99	3,8	3,2	6,0	8,2
10	12,1	12,5	35,0	7,3	6,2	11,4	15,1
15	17,2			10,5	9,0	16,2	21,1
20	21,7			13,5	11,6	20,4	26,3
25	25,7			16,4	14,1	24,3	30,8
30	29,3					27,8	34,9
35	32,6					31,0	38,4
40	35,6					33,9	41,6
45	38,3						
50	40,8						
Ajuste à Eq. hiperbólica retangular:							
		r = 0,83	r = 0,26	r = 0,90	r = 0,78	r = 0,73	r = 0,94

[1] Scon = semeadura convencional; Sdir = semeadura direta

[2] Grande variabilidade nos dados para semelhantes produções nos dois anos (Testemunha.= 3805 kg/ha, média de 2 anos).

zir o rendimento da cultura. Em outro trabalho, perdas de 12% numa densidade de 42,5 pl/m de amendoim-bravo (ou leiteiro) e de 42% numa densidade de 16,7 pl/m^2 de capim-marmelada, foram constatadas no rendimento de soja cv. BR-16 (58). Também se estima (59) que seriam necessárias mais de 11 plantas/m^2 de picão-preto para interferir no rendimento da soja cv. BR-29 e que 8 pl/m^2 de corda-de-viola (*Ipomoea aristolochiaefolia*) reduzem aproximadamente 1000 kg/ha no rendimento da soja cv. BR-16.

Estimativas de redução de rendimento por infestações de amendoim-bravo (ou leiteiro) e picão-preto também são apresentadas na Tabela 8 (FUNDACEP / Programa MIPD-1996/97 - Dados não publicados). Esta tabela permite determinar, a partir de qual densidade de amendoim-bravo ou de picão-preto, haveria retorno econômico pela aplicação de herbicidas pós-emergentes. Por exemplo, se para o controle de leiteiro gastam-se U$ 20,00/ha, só seria indicado seu controle em áreas com mais de 8 plantas/ m^2. O picão-preto reduziu mais o rendimento da soja do que o leiteiro, devido ao maior acúmulo de massa seca no picão, durante o ciclo da cultura. Pode-se estabelecer uma relação de equivalência de perdas entre picão-preto e amendoim-bravo de 1:1,73, ao nível de oito plantas/m^2. Esta relação auxilia na estimativa da densidade quando ocorrem estas duas plantas daninhas no campo.

Estimativas de perdas de rendimento de soja, devidas à competição com a trapoeraba, obtidas em Londrina, PR, são apresentadas na Figura 12. Observa-se que altas infestações, como 60 plantas/m^2, são capazes de causar perdas de grãos em cerca de 15%. Trata-se de uma espécie daninha que, normalmente, se estabelece com algum atraso na cultura. Apresenta um comportamento mais rasteiro sob a folhagem da soja e manifesta-se mais luxuriante com a caída das folhas da soja, por ocasião da maturação. Pode causar dificuldades na colheita da soja e transmitir umidade aos grãos (58). Nesse nível de infestação outras espécies daninhas podem ser mais competitivas do que a trapoeraba.

Aplicações de calcário (Tabela 9) podem aumentar as produções de soja, reduzindo infestações de plântulas de amendoim-bravo (97).

Tabela 8. Estimativas de redução no rendimento de grãos e na receita bruta da soja, pela interferência de *Euphorbia heterophylla* (amendoim-bravo) e *Bidens pilosa L.* (picão-preto). Fonte: FUNDACEP, Cruz Alta (RS). 1996/97.

Densidade de plantas daninhas (m^2)	Amendoim-bravo			Picão-preto		
	Rendimento de soja (kg/ha)	Redução de soja (kg/ha)	Perdas em U$/ha	Rendimento de soja (kg/ha)	Redução de soja (kg/ha)	Perdas em U$/ha
0	2309	0	0,0	2328	0	0,0
1	2296	13	2,7	2305	23	4,5
2	2283	26	5,2	2283	45	9,0
3	2270	39	7,8	2261	67	13,4
4	2258	51	10,3	2239	89	17,8
5	2245	64	12,8	2217	111	22,1
6	2233	76	15,2	2196	132	26,3
7	2221	88	17,6	2175	153	30,5
8	2209	100	20,0	2155	173	34,6
9	2197	112	22,4	2135	193	38,7
10	2186	123	24,7	2115	213	42,7
11	2174	135	27,0	2095	233	46,6
12	2163	146	29,2	2076	252	50,4
13	2152	157	31,5	2057	271	54,2
14	2141	168	33,7	2038	290	57,9
15	2130	179	35,8	2020	308	61,6
16	2119	190	38,0	2002	326	65,2
17	2109	200	40,1	1984	344	68,8
18	2098	211	42,2	1967	361	72,2
19	2088	221	44,2	1950	378	75,6
20	2078	231	46,2	1933	395	79,0

[1] $Y = 0,0077\ X^2$-l ,3078 X + 230,86 ($R^2 = 0,87$); [2] $Y = 0,0158\ X^2 - 2,2915\ X + 232,81$ ($R^2 = 0,81$), onde, Y é o rendimento de grãos (g/m^2) e X é a densidade (pl/m^2). [3] Cálculo com base no preço médio da soja de 1987 a 1997: U$ 11,30/60 kg.

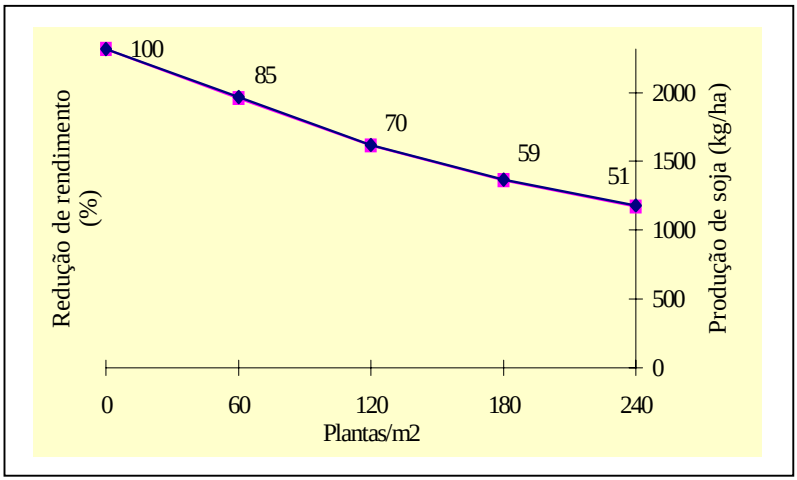

Figura 12. Níveis de competição da trapoeraba e perdas de rendimento da cultura da soja.

Tabela 9. Efeitos de aplicações de calcário, em condições de semeadura direta da soja, na emergência de amendoim-bravo e perdas de produção por competição.

Tratamentos	Emergência de a. bravo (plantas/m^2)	Produção de soja (kg/ha)	Perdas de produção (%)
Sem calcário/sem herbicida	31	3.303	23
Com calcário/sem herbicida	16	4.076	5
" /com herbicida	0	4.284	0

Manejo do solo e relações com as plantas daninhas

As intensidades de germinação e emergência do banco de sementes no solo variam com a distribuição das sementes no seu perfil e com o manejo usado (20, 88, 89, 129). Sementes produzidas no ano tendem a acumular-se na superfície do solo, de onde germinam ou são incorporadas no perfil do solo pelo manejo. Maiores intensidades de germinação po-

dem ocorrer na superfície, em semeadura direta, ou provirem de maiores profundidades, em semeadura convencional. No entanto, a emergência e o estabelecimento de espécies de plantas daninhas é restringido pelos efeitos alelopáticos, causados pelas coberturas de diferentes palhadas de culturas.

A proporção de plantas daninhas emergidas pode variar em torno de 7,0%, com a movimentação do solo, e em 0,3%, na semeadura direta (87). Variações na intensidade de emergência ocorrem em função da data de semeadura e das condições de manejo (127).

O cultivo do solo pode aumentar (16, 81, 88), reduzir (81), ou mesmo não afetar (16) a intensidade de emergência das plantas daninhas.

Em função dos diferentes níveis de germinação e das medidas de controle adotadas, após determinado tempo, uma espécie pode dominar a outra (108).

Dados de pesquisa indicam que os sistemas de manejo que causam pouco distúrbio no solo permitem a formação de um banco de sementes maior e mais diverso (36).

Em semeadura direta, a presença de biomassa de culturas anteriores tem sido muito importante na redução de emergência de espécies daninhas (65) e aumentado outras (20) .

Fatores, como tipo de solo e disponibilidade de água, podem alterar as emergências de espécies daninhas, independente do manejo usado (20, 55, 127).

Manejos da cultura, em semeadura convencional ou direta, tem mostrado que bancos de sementes de amendoim-bravo no solo podem apresentar reduções muito acentuadas numa safra de soja, entre 83 e 92%, respectivamente (97).

Taxas de emergência de amendoim-bravo, em semeadura direta, podem ser tão baixas quanto 4,7% e 12,6%, nas fases de pré e pós-semeadura da soja, respectivamente (97), ou atingir valores de 47,3 e 35,7%, em semeadura direta, e 12,5 e 19,3%, na semeadura convencional, com a incorporação de sementes ao solo conforme resultado da pesquisa de 1999 (Doc. 142, p.138).

Em área de semeadura direta de soja (Londrina/PR, 2000) ocorreram variações de germinação de 28 e 32%, em pré e pós-semeadura, respectivamente. As emergências anteriores à semeadura foram altas, em função de condições de tempo sêco e de chuvas de pequena intensidade, que só favorecem a emergência dessa espécie. Isso porque as sementes possuem envoltas uma substância mucilaginosa, que aborve água facilmente, resultando em germinação das sementes sob a palhada de trigo.

Com o conhecimento de perdas de produção de uma cultura, incluindo-se qualidade e dificuldades de colheita, resultantes de níveis de infestação de espécies daninhas, os dados obtidos permitem estimar perdas econômicas e períodos de sobrevivência.

Alelopatia

Por definição, são efeitos detrimentais de espécies de plantas superiores sobre a germinação, o crescimento ou o desenvolvimento de outra espécie de planta, através da liberação de substâncias químicas, produzidas por plantas vivas ou de plantas em decomposição (72).

A alelopatia é um fenômeno que ocorre largamente em comunidades de plantas. É um mecanismo através do qual determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras, alterando-lhes o padrão e a densidade. Caracteriza-se pela produção e liberação de compostos químicos para o meio ambiente por volatilização, exsudação radicular, decomposição e lixiviação dos resíduos de plantas (85).

Efeitos alelopáticos têm sido relatados para diversas plantas. O ácido ferúlico, encontrado em palhas de trigo, tem sido citado como eficiente no controle de corda-de-viola, picão-preto, capim-colchão e guanxuma (65). Em situações de lavoura, a liberação dessas substâncias por decomposição de resíduos de plantas ou lixiviação de substâncias solúveis, tem inibido o crescimento e reduzido as produções de plantas daninhas (17). Extratos de resíduos de plantas, pertencentes ao grupo dos ácidos fenólicos, como o ácido cumárico, principalmente, e o ferúlico, são encontrados em resíduos maduros de plantas como aveia e trigo (concentração

menor), sorgo e milho (maior) (49). O estado de decomposição deve ser considerado, bem como as diferenças varietais. A fitotoxicidade pode ser liberada pela lixiviação ou produzida por microorganismos decompositores (85). As substâncias alelopáticas podem afetar a fotossíntese, a síntese de proteínas, a respiração e a permeabilidade da membrana celular, ou outras funções da planta (4).

A substância química, conhecida como *ácido aconítico*, é produzida pelo metabolismo das plantas e exsudada pelas raízes. A substância apresenta efeitos alelopáticos e energéticos para fungos do solo (*Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e outros), encontrados no interior de sementes de espécies daninhas (endofíticos), que funcionam como predadores de sementes dormentes no solo. Além disso, pode-se contar com a competição das plantas já estabelecidas com as espécies daninhas, por outros fatores ambientais, que impedem o seu estabelecimento (123).

São diversas as fontes de que derivam os efeitos alelopáticos:

1. Efeitos de palhas sobre plantas daninhas. Estudos com extratos aquosos de palhas de diversas coberturas mortas mostram que palhas de trigo e aveia afetam o crescimento de amedoim-bravo, capim-marmelada e carrapicho-de-carneiro; a palha de centeio afeta a germinação de picão-preto e o crescimento de capim-marmelada e amendoim-bravo; a de tremoço, não afetou o amendoim-bravo; a de nabo-forrageiro, afetou a germinação de capim-marmelada e picão-preto e o crescimento de capim-marmelada, capim-carrapicho e amendoim-bravo; a de colza, afetou a germinação de capim-marmelada, picão-preto, capim-carrapicho e amendoim-bravo (4).

Extratos de capim-marmelada apresentaram efeitos alelopáticos sobre a trapoeraba e o amendoim-bravo, com estímulo a fungos internos das sementes, que destruíram, de modo complementar, as sementes dormentes (123).

Palhas de sorgo ou milheto (4 t/ha) reduziram em 91%, 96% e 59% as populações de guanxuma, capim-marmelada e picão-preto, respectivamente (107).

2. Efeitos de palhas sobre culturas. A influência das coberturas mortas sobre as culturas nas quais são instaladas tem sido mencionadas por

diversos autores. Assim, foi observado que produções de trigo eram inferiores às obtidas em semeadura convencional e atribuíram esse fato à ação de aleloquímicos contidos na matéria vegetal da cobertura morta (70). As reduções também estavam relacionadas com a ocorrência de precipitação e quantidade de resíduos anteriores (27).

Extratos aquosos de plantas de aveia, trigo ou centeio não afetaram a germinação de soja, milho ou feijão, porém reduziram os comprimentos da radícula e do caulícolo, exceção feita a azevém; nabo-forrageiro e tremoço, não afetaram a germinação, porém mostraram efeitos mais acentuados sobre a radícula e o caulículo. Extratos de capim-marmelada aplicados sobre sementes de soja não afetaram a emergência e o crescimento inicial, a não ser quando atingiu um período de irrigação cumulativo (aos 45 dias). A nodulação das raízes também foi afetada. No entanto, resultados de campo não mostraram efeitos inibitórios da palha sobre o crescimento aéreo ou radicular da soja ou sobre a nodulação (4). A introdução da cultura da soja em áreas de pastagem, no sistema de integração lavoura-pecuária, deve ser avaliada.

3. Efeitos de plantas vivas sobre plantas daninhas. Diferente das substâncias alelopáticas derivadas por decomposição de palhas (ácidos cumárico, ferúlico, cafêico e outros), uma análise cromatográfica da parte aérea de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) indicou a presença de ácido aconítico (AA). Ensaios de laboratório com AA confirmaram resultados de campo, mostrando efeitos alelopáticos e estímulos no desenvolvimento de fungos endofíticos de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (113) e de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) (123). O ácido aconítico resulta do metabolismo do açúcar na planta, apresentando a mesma fórmula molecular, porém a estrutural modificada. É excretado pelas raízes das plantas para o solo. Os microorganismos endofíticos de sementes, como fungos, são considerados patógenos latentes (9). Estimulados a crescer pelo ácido aconítico (energético), que penetra via solução do solo no interior das sementes, inibem a sua germinação e, com evolução do fungo, esses tornam-se predadores das sementes dormentes. A predominância de espécies de fungos varia com as espécies de plantas daninhas. Os efeitos do AA

traduzem-se na redução do período de sobrevivência do banco de sementes, como da trapoeraba, maiores do que aqueles obtidos com o uso de herbicidas (113, 123). Outros relatos sobre o AA indicam sua presença em pastagem de *Agropyron* sp., estimulado pela adubação potássica (44) em milho, sorgo, cevada, arroz e trigo, tendo importantes funções fisiológicas (94, 106, 126).

Estratégias de controle da competição

Quatro tipos distintos de manejos de plantas daninhas são reconhecidos: exclusão, prevenção, supressão e erradicação (28).

Na exclusão, de algum modo, seria possível eliminar-se a ocorrência de um problema. Na prevenção são usados todos os meios para impedir a entrada de alguma espécie daninha na área, como através do uso de sementes certificadas, limpesa de máquinas, etc.

Na estratégia de supressão, as decisões de controle são estabelecidas por limites de perdas, variáveis com o grau de infestação e de competição das plantas daninhas. São os seguintes os critérios de risco:

1. competição crítica mínima (sem perdas)
2. nível crítico estatístico
3. nível crítico econômico (custo/benefício)
4. econômico ótimo (retorno econômico durante o maior número de anos)
5. nível crítico de predição (baseado na correlação entre o número de sementes do banco e emergência)
6. nível crítico de segurança (risco dividido à metade) e,
7. visual e subjetivo (com base em resultados de máxima eficiência técnica e eliminação de infestações futuras).

A erradicação consiste na eliminação exaustiva, amparada por leis, de espécies daninhas de difícil controle e alta incidência de danos à produção econômica de uma cultura.

Resistência de plantas daninhas à herbicidas

O surgimento de plantas daninhas resistentes (biótipos) a certos herbicidas tem ocorrido em áreas onde é comum o uso repetido de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação. É provável que tais biótipos resistentes já estejam presentes nas populações de campo, antes de qualquer exposição aos herbicidas, no entanto, em freqüências variáveis e bastante baixas. A resistência pode resultar de plantas com diferenças bioquímicas, fisiológicas, morfológicas ou fenológicas. Um mecanismo importante de seletividade dos diferentes biótipos é baseado no metabolismo diferencial das plantas, relacionado à capacidade de absorver e translocar um herbicida na planta, bem como degradar ou conjugá-lo a componentes menos tóxicos (26).

Trabalho da COAMO mostra a evolução de plantas daninhas resistentes à herbicidas nas lavouras dos cooperados (Jornal da COAMO, Campo Mourão, PR, 28(323):8-9, nov. 2003). O levantamento visou esclarecer os cooperados a respeito da eficiência da tecnologia de aplicação dos herbicidas. Ficou evidenciado que apenas 10% do problema estava relacionado com êrros na aplicação dos herbicidas e que 90% da falta de controle era devido ao problema de resistência aos herbicidas.

A identificação de falhas de controle de um herbicida na lavoura, na forma de manchas, em reboleiras, na ausência de falhas de aplicação e de condições climáticas desfavoráveis, caracterizam a ocorrência da resistência.

A prevenção da resistência à herbicidas em lavouras de soja faz-se adotando algumas práticas de manejo, como aplicação de herbicidas alternativos, com diferentes mecanismos de ação; implementação de rotações de culturas; e manejos da cultura e do solo mais adequados, como adubação, espaçamento, densidade de semeadura e época de semeadura. A redução do período entre o preparo do solo, ou o manejo herbicida, em relação à semeadura evita o controle antecipado das plantas daninhas e os demais problemas resultantes.

As principais espécies daninhas com problemas de resistência à herbicidas, atualmente aplicados em lavouras de soja são: o capim-marmelada, o amendoim-bravo e o picão-preto.

PARTE II

Controle de plantas daninhas na lavoura

As **espécies de plantas daninhas** que ocorrem numa lavoura são variadas e ocorrem em diferentes intensidades. Um maior número de espécies podem ocorrer em semeadura direta do que no modo convencional. No entanto, em áreas comparativas, a emergência de um grande número de espécies é acentuadamente reduzida pela cobertura de palhas, que culturas como trigo, aveia, milheto e nabo deixam sobre o solo. Essas, com a sua decomposição no solo, liberam substâncias alelopáticas (ácidos ferúlico, cumárico, cafêico e outros), que inibem a germinação das plantas daninhas não dormentes do banco de sementes.

Fazer o **levantamento da flora daninha** envolve uma capacidade de gerenciamento do agricultor. É necessário considerar que devido a alterações nas sequências de culturas e manejos, que ocorrem com o tempo nas áreas de cultivo, observam-se diferenças de infestações entre glebas de uma lavoura. Introduções de novas espécies ocorrem com a aquisição de sementes de procedências não confiáveis, principalmente. Outras vêzes ocorrem problemas de controle devido à ocorrência de condições climáticas desfavoráveis, espécies que não são controladas por determinado herbicida e uso de herbicidas de mesmo mecanismo de ação, o que redunda em problemas de resistência. Portanto, fazer o levantamentos de plantas daninhas, localizar os problemas por glebas diferenciadas, anotá-las através de meios adequados de computação, por exemplo, e propor soluções diferenciadas é da maior importância.

As plantas daninhas causam **perdas de produção** variáveis (10 a 90%) pela competição por nutrientes (NPK e outros), água e luz principalmente, redução da qualidade dos produtos, possibilidades de hospedar pragas e moléstias, bem como aumentar gastos com a limpeza e secagem da produção. Essas perdas são reduzidas por atividades de manejo numa cultura, que envolvem avaliações de custo/benefício das aplicações corretivas. Sabe-se que com aplicação de procedimentos que favoreçam o cres-

cimento duma cultura, rotação de culturas, atenção a época de semeadura mais adequada e redução das infestações em períodos de pousio, nas entressafras, permitem a redução ou mesmo a eliminação de aplicações herbicidas em determinados momentos.

Como fazer o levantamento da flora daninha?

Todo agricultor, pequeno, médio ou grande produtor, deve instruir-se em procedimentos de **gerenciamento da propriedade**. Atualmente, com o computador é possível fazer anotações e fazer uso programas de gerenciamento de propriedades. A divisão em glebas de uso homogêneas e de casos diferenciados de espécies de plantas daninhas e intensidades de infestação deve ser feito. Os agricultores sabem identificá-las nas lavouras e devem estabelecer junto com a assistência técnica os manejos mais adequados em cada gleba, incluindo as características de herbicidas a serem usados, as finalidades de uso e atender aos cuidados descritos na bula.

Estimativas de infestação podem ser feitas através de levantamentos que usam o método visual. Consistem na identificação de glebas com sistema de manejo uniforme, nas quais são identificadas e anotadas as principais espécies de importância econômica e sua intensidade. As indicações das necessidades de controle e dos produtos podem ser feitas limitadas pelas curvas de nível. A intensidade da infestante presente é identificada pela ocorrência de amontoados freqüentes, ou se distribuídas de modo esparso ou por áreas livres. Níveis de controle obtidos numa safra anterior e registrados para distintas áreas da lavoura, junto com observações de dificuldades na colheita, ajudam nas decisões de manejo.

De **modo prático**, para estabelecer a relação entre graus de infestações médias por espécie/área, perdas na colheita e vantagens econômicas do manejo em lavouras de soja junto a agricultores, são estabelecidas áreas amostrais dentro da lavoura. Estas consistem em localizar duas ou três áreas de cerca de 0,5 ha cada, dentro de áreas maiores com problemas. Uma área será conduzida com o manejo do produtor e outra próxima, sem controle; uma terceira poderá ser usada para testar uma nova

tecnologia de manejo. O levantamento consiste na casualização e contagem de quadrados de ferro de 0,5 m x 0,5 m, por espécie daninha, em números variáveis de 10 (baixa ou alta infestação) a 20 (média infestação) repetições. As perdas de produção, a umidade dos grãos, as impurezas e os possíveis problemas das colhedoras, são determinadas nas áreas por ocasião da colheita e avaliados os aspectos econômicos do manejo realizado. Caso o manejo de controle seja desfavorável à relação custo/benefício, a área não manejada é mantida, bem como a do produtor, coletando-se anualmente os mesmos dados.

No futuro, provavelmente deverá ocorrer a identificação da necessidade de controle feita através do uso da tecnologia de **Agricultura de Precisão**, onde se conseguirá identificar áreas com diversos graus de infestação e estabelecer níveis de controle localizados.

Com o passar do tempo, o controle de algumas espécies daninhas tende a dar **lugar a outras** com seus problemas. No entanto, muitas se distinguem pelos problemas que causam por apresentarem uma distribuição regional ampla e grande capacidade de multiplicação, como algumas gramíneas, citando-se as braquiárias, o capim-custódio e outras folhas largas, como o amendoim-bravo (leiteira), o picão-preto, o desmódio, o joá-de-capote e a trapoeraba. Essa última espécie tem sido uma preocupação ampla, mostrando dificuldades de controle na dessecação, em sistemas de manejo de semeadura direta. No caso, tem sido limitante a aplicação de 2,4-D, com controle eficiente, em função da possibilidade de **deriva** desse produto e sensibilidade de outras culturas próximas.

De modo geral, as espécies-problema apresentam grande capacidade produtiva de sementes, baixa dormência e alta capacidade competitiva com a(s) cultura(s). Por sua vez, constata-se que o banco de sementes de algumas dessas também apresentam períodos de **sobrevivência no solo** bastante curtos (amendoim-bravo e picão) e outros mais longos (trapoeraba). Os de período mais curto podem ser controlados de modo mais eficaz sob sistemas de rotação que incluem pastagem, num sistema de integração lavoura-pecuária. Nesse caso, podem ser melhor resolvidos também problemas de resistência de espécies daninhas e mesmo proporcionar, posteriormente, a produção de soja orgânica.

Como fazer o controle de plantas daninhas (época correta de aplicação, dosagem de produto, etc ...)

Atualmente, na cultura da soja transgênica os gastos com o controle químico de plantas daninhas (herbicidas) foram reduzidas, mas chegaram a ser, em média, 30% do custo de produção. As plantas daninhas nem sempre exigem controle total, uma vez que a cultura da soja consegue suportar certa densidade de plantas, tendo em vista a **relação de custo/benefício** da aplicação de herbicidas. Atualmente, com o uso de herbicidas pós-emergentes ficou mais fácil determinar visualmente essa necessidade de aplicação do controle. No entanto, ainda faltam maiores informações de quando não aplicar, baseado em dados de perdas por unidade de planta daninha, por espécie.

A **escolha dos herbicidas**, segundo a identificação das necessidades de controle e o conhecimento do modo de aplicação, assim como **ler a bula** e usar **equipamento de proteção**, evitam criar problemas futuros. O uso continuado de herbicidas de mesmo mecanismo de ação, mesmo num sistema de rotação de culturas, pode levar a posterior manifestação de **resistência** de algumas espécies. A identificação de áreas de espécies não controladas, em reboleiras, pode ser indício da ocorrência de resistência.

O manejo de herbicidas deve ser feito próximo da **época de semeadura** convencional ou direta da soja, feita sob condições favoráveis à sua germinação. Isso favorece uma emergência imediata da cultura e provê um período mais amplo para o surgimento das plantas daninhas, reduzindo a ocorrência de efeitos fitotóxicos à cultura com a aplicação de herbicidas, a competição e a reinfestação.

Os herbicidas a serem usados podem ser de **pré-**emergência (residuais) ou de **pós**-emergência da cultura. A escolha deles vai depender de condições próprias de cada lavoura, considerando-se custos, tamanho das lavouras, disponibilidade de equipamentos e de condições climáticas. Aplicações de pós-emergência permitem uma melhor avaliação das necessidades de controle.

Quanto às **doses** a serem usadas para os herbicidas pré ou pós-emergentes, a sua redução pode ser adequada às infestações reduzidas e

antecipadas, considerando também a sensibilidade das espécies presentes e boas condições de aplicação. A redução de dose e a conseqüente falta de controle das espécies infestantes pode ser ruim. Aplicações únicas de herbicidas pós-emergentes em doses normais e feitas precocemente, podem resultar em reinfestações parciais. O parcelamento de doses, em aplicações seqüenciais, pode economizar uma aplicação seguinte ou resultar num controle mais efetivo das reinfestações, principalmente sob altas densidades e de plantas já mais desenvolvidas. Experiências do administrador, apoiado por um Engº. Agrônomo, facilitam as decisões sob diferentes condições ambientais.

Em relação à **combinação de herbicida** dessecante e residual, em semeadura direta, esse modo de aplicação pode ser mais adequado sob baixas infestações de plantas daninhas, reduzindo-se dessa forma uma passagem de trator na área. Herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado requerem um bom preparo do solo e sua incorporação, considerando herbicidas bastante voláteis, como a trifluralina. Devem ser evitadas pulverizações nos períodos mais quentes do dia, umidade relativa do ar menor do que 60% e condições de ventos fortes, superiores a 8 km/h, que provocam deriva acentuada e atingem alvos não desejados. A ocorrência de chuvas logo após a aplicação de herbicidas de pós-emergência pode reduzir sua eficiência de controle.

Além disso, é necessária a regulagem adequada do **equipamento de pulverização**, o uso de bicos adequados à operação e a substituição de bicos gastos com problemas de vazão (com desvios de até 10%, em relação a bicos novos). Monitorar essa operação com pessoal treinado é da maior importância, uma vez que erros de aplicação ocorrem, com os subseqüentes problemas de controle e aumento de custos. A aplicação mal feita é causa de grande parte dos problemas.

Futuramente, com o uso da tecnologia de **Agricultura de Precisão**, pretende-se atingir as plantas daninhas com maior eficiência, evitando ainda atingir áreas livres e reduzir problemas de poluição ambiental. Possivelmente, estudos de dinâmica populacional (bancos de sementes, taxas de emergência, sobrevivência e competição) das plantas daninhas irão contribuir para a realização de controles de máxima eficiência econômica (MEE).

Todas essas orientações devem ter o acompanhamento do Engº. Agrônomo. Essa facilidade em muitas situações é proporcionada pelos serviços de fomento (Cooperativas/Empresas) e pelos serviços de extensão (EMATER).

Quais os maiores erros cometidos no controle de plantas daninhas?

Os **principais êrros** são: - não ler a bula com cuidado, - descaso com o equipamento de proteção individual do aplicador de herbicidas, - erros no cálculo das doses no tanque, - regulagem incorreta da dosagem do pulverizador, - bicos não recomendados, entupidos e gastos, - falta de limpeza de tanques e geral, após o uso de produtos hormonais (2,4-D), - ventos acima de 8 km/h, - aplicação em horas de sol muito intenso, associado a baixa umidade relativa do ar <60% UR (intervalo das 10h às 16 h). O aplicador de herbicidas deve ser bem treinado e ter o seu trabalho supervisionado.

O que existe de mais inovador no controle de plantas daninhas?

Inicialmente, muito importante, é o uso do sistema de **Semeadura Direta**, que proporciona a cobertura do solo com culturas de rotação e evita os grandes problemas de erosão. De modo complementar, reduz a emergência de muitas espécies de plantas daninhas e o período de sobrevivência do banco de sementes no solo, possibilitando obter controles mais eficientes em relação à semeadura convencional.

Em segundo lugar, existe a possibilidade de se fazer a **Integração Lavoura-Pecuária**, que muitos apenas vêem sob o aspecto de melhorar a fertilidade do solo e, posteriormente, aumento da lotação de gado por área. No entanto, segundo proposições na Tecnologia de Produção de Soja (EMBRAPA), com a divisão da lavoura em áreas diferenciadas de manejo e com sucessões culturais programadas, que inclui pastagem por um período de uso da área, é possível reduzir aplicações de inseticidas, fungicidas e herbicidas por um período suficientemente longo de anos

para reduzir períodos de sobrevivência de espécies, reduzir ou eliminar problemas de resistência e mesmo, após isso, favorecer a produção de soja orgânica.

Em terceiro lugar, o sistema de **Agricultura de Precisão**, que atualmente permite orientação das aplicações herbicidas nas lavouras através de GPS, ou de posicionamento por satélite, deverá permitir, no futuro, através de imageamento aéreo, a aplicação localizada de herbicidas. Levantamentos de áreas infestadas e aplicações de controle deverão ser feitas apenas em áreas em que os níveis de infestação causem perdas econômicas numa cultura, baseado em mapas de tratamento.

Em quarto lugar, a tecnologia da **Soja Transgênica**, com a introdução da soja resistente à certos herbicidas, com amplas possibilidades de manejo e de controle de plantas daninhas.

Alguns programas adotados no controle de plantas daninhas que apresentaram bons resultados

No Rio Grande do Sul, os resultados de um Programa de Difusão de Manejo Integrado de Plantas Daninhas-MIPD (Tabela 10) mostraram a viabilidade econômica da implantação do manejo, em que se ressalta a importância da análise criteriosa de cada propriedade. O manejo envolveu práticas de controle preventivo, cultural, mecânico e químico. Mais especificamente semeadura direta, diferentes culturas e redução no uso

Tabela 10. Custo médio comparativo das áreas demonstrativas do programa MIPD, em diferentes anos. (FUNDACEP/FECOTRIGO, Cruz Alta, 1995).

Área demonstrativa	1992/93	1993/94	1994/95	Média
	R$*/ha			
Produtor	34,4	36,1	41,8	37,4
Manejada (MIPD)	14,5	22,1	28,7	21,8
Retorno econômico	19,9	14,0	13,1	15,6

* R$ 1,00 = US $ 0,93

de herbicidas, onde fosse aceitável. Custos médios comparativos foram calculados.

No Paraná (Tabela 11), os resultados de semelhante programa constou do levantamento de bancos de sementes, emergência de plantas daninhas, rendimento da soja, umidade dos grãos, impurezas e avaliações econômicas dos manejos, num grande número de lavouras (112).

Tabela 11. Custo médio (R$/ha) do controle de plantas daninhas nas áreas assistidas do MIPD - soja, no Paraná (EMATER-PR/Embrapa Soja).

Área demonstrativa	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	Média
			R$/ha		
Produtor	37,90	39,19	44,68	37,27	39,76
Manejada (MIPD)	25,71	24,92	28,77	24,12	25,88
Retorno econômico	12,19	14,27	15,91	13,15	13,88

O MIPD

> "O manejo integrado de plantas daninhas - MIPD - pode ser definido como a seleção e integração de métodos de controle de plantas daninhas, favoráveis do ponto de vista agronômico, econômico e ecológico."

Como se observa a adoção de um conjunto de práticas de manejo é a melhor opção para reduzir a instalação das plantas daninhas e seus efeitos competitivos com a cultura. Assim, atender as condições de melhor época de semeadura da cultura, aos espaçamentos entrelinhas e densidade de plantas/linha, bem como suprir a cultura com um nível adequado de fertilidade do solo, são práticas culturais muito importantes para se obter bons resultados. A correção da acidez do solo e a administração de adubos nas culturas, como na soja, tem favorecido aumentos de produtividade e reduzido o número de plantas daninhas sobreviventes em competição. Os restos culturais deixados cobrindo o solo tem sido importantes na redução das infestações por espécies da-

ninhas e na maior eficiência de controle dos herbicidas. A alternância de herbicidas residuais com os de pós-emergência permite avaliar melhor os níveis de infestação atuais, bem como evidenciar melhores alternativas para o controle de algumas espécies. Melhores condições de desenvolvimento da cultura e de competição com as plantas daninhas são obtidas também com a descompactação da camada superficial do solo, com o uso de subsolador.

Sistemas de rotação com milho ou soja, por ex., tem mostrado diferentes resultados no controle das espécies daninhas. Assim, trigo/soja ou trigo/milho ou a introdução de culturas safrinhas tem resultado em diferentes problemas de controle. Por exemplo, no norte do Estado do Paraná, os cultivos trigo-soja, em semeadura direta, apresentam baixas infestações de capim-marmelada na cultura da soja, sendo aumentadas infestações com o cultivo do milho safrinha, na seqüência; na Região Sul, com a inclusão da cultura do milho no sistema de produção, ocorre uma grande reinfestação de capim-marmelada. Os inversos foram observados para os controles de folhas largas. Nesses casos, é necessário controlar com mais eficiência espécies de folhas largas ou de gramíneas, bem como controlar infestações maiores em culturas de safrinha e em áreas de pousio, evitando-se, assim, a competição com a cultura e a reinfestação numa seguinte (112).

Como informativo complementar indicamos as considerações feitas no documento referido como “As plantas daninhas e a semeadura direta” (Circular Técnica/Embrapa Soja, 2001, n. 33).

Casos de ocorrência prática em lavouras

Caso 1: Controle em níveis técnicos ou econômicos

O controle de plantas daninhas feito baseado em **nível técnico** pressupõe o uso de toda a tecnologia disponível para obter um controle eficiente, sem competição e sem reinfestação posterior, com maiores gastos.

O controle feito a **níveis econômicos** determina a aplicação baseada em custo/benefício das tecnologias. Baseia-se em infestações e perdas relativas possíveis de serem causadas à produção e consisderações a problemas futuros de colheita e de reinfestação. Para chegar-se a esse tipo de decisão, no ano de 1995 estabeleceu-se em lavoura de produtor, duas áreas de cultivo próximas, de 0,5 ha cada, onde ocorriam infestações de amendoim-bravo (17 plantas/m^2). A área do produtor, cultivada anteriormente com trigo, foi pulverizada com imazaquim, em pós-emergência, enquanto que na outra não foi aplicado nada. Avaliações na época da colheita resultaram em menores produções de soja e com certo grau de impureza, sem o controle da infestação. No entanto, avaliações econômicas de custo/benefício não indicaram ganhos com o controle. No ano seguinte, após trigo, foram observadas uma média de duas plantas de amendoim-bravo na área controlada e em torno de 110 plantas/m^2, na área sem o controle anterior da infestação. Concluiu-se que nessa área não seria possível deixá-la intensamente infestada sem controle, porém a outra poderia ser deixada sem controle, provavelmente até por mais anos.

Outras decisões, em algumas lavouras conduzidas na época, foi a não aplicação de herbicidas graminicidas em áreas de semeadura direta. O sistema de rotação que alterna com milho, ou milho safrinha sem aplicação de herbicidas, proporciona altas infestações de gramíneas e menores de folhas largas (112).

Caso 2: Controle de picão-preto resistente

Na localidade de Sertanópolis, PR (2001/02), após a colheita da soja, ocorreu uma grande reinfestação de picão-preto resistente ao controle por imazaquim. No ano seguinte, no período de outono seco, foi tentado o controle com 2,4-D (plantas com cerca de 25 cm de altura). Sem controle, as plantas receberam a complementação da aplicação de metsulfuron-methyl, sem sucesso também naquelas condições. Nenhuma cultura foi implatada até a semeadura da soja semeada tardiamente, em fins de novembro. Desse modo, houve condições para a germinação de picão e

controle anterior a semeadura. O controle foi eficiente com a aplicação do manejo feito e resultou numa boa produção de soja, favorecida pelas condições climáticas do ano.

Caso 3: Manejo de controle e de preparo do solo em relação à época de semeadura

Em 2004, discutiu-se com um produtor, que preparos de solo no modo convencional ou aplicações de herbicidas de manejo, em semeadura direta, feitas com maior antecedência em relação à época de semeadura, por motivos de seca na semeadura, por ex., podem favorecer a emergência antecipada das espécies em relação a da soja. Com o uso de herbicidas pós-emergentes, isso pode obrigar o produtor a entrar mais cedo na área para fazer o seu controle, num estádio mais adequado, bem como, podem ocorrer maiores danos fitotóxicos à cultura e causar reinfestações para o ano seguinte. Por sua vez, os controles tardios podem causar controles menos eficientes, competição com a cultura e perdas de rendimento, associado à problemas na colheita. No caso, melhores opções de controle foram sugeridas com aplicações seqüenciais de herbicidas pós-emergentes, o que daria maior eficiência de controle e também da reinfestação de espécies daninhas, de surgimento posterior. O uso de herbicidas pré-emergentes, que controlam a germinação e apresentam efeitos residuais no período inicial da cultura, pode ser melhor solução.

Caso 4: Manejo sob condições de altas e baixas infestações de espécies daninhas

Considerar as espécies presentes nas lavouras, intensidades de infestação e possibilidades de resistência, é importante para as tomadas de decisão na escolha do herbicida e do modo de aplicação. No caso de “altas” infestações de amendoim-bravo, por ex., manejos de solo anteriores à semeadura, que propiciem condições de germinação, torna mais eficiente o seu controle posteriormente. Grandes quantidades do banco de sementes ainda podem germinar e emergir após a semeadura e competir com a cultura. São feitas, então, aplicações de herbicidas residuais, que

realizam o seu controle a partir da semeadura, ou aplicações posteriores seqüenciais de herbicidas pós-emergentes. Estas servem para controlar as possíveis reinfestações, que embora menores, podem não interferir nas perdas de produção, porém reinfestam a área para o ano seguinte. Tem-se observado que sob altas infestações e uma aplicação pós-emergente é feita, antecedendo precocemente o fim da emergência total da espécie, aumenta-se as necessidades de controle no ano seguinte. Sob "baixas" infestações, aplicações de combinações de herbicidas dessecantes e residuais podem ser tentadas e o controle das plantas daninhas em pós-emergência podem ser mais eficientes.

Caso 5: Controle das espécies capim-marmelada, amendoim-bravo e picão-preto

Os períodos de sobrevivência dos bancos de sementes de capim-marmelada na lavoura de soja, por ex., em semeadura direta, levam a metade do tempo necessário (6 anos) para controle em relação ao modo convencional (12 anos), enquanto que a infestação pode ser de 3 para 60 plantas emergidas, respectivamente. A mortalidade de sementes no solo ocorre devido a destruição do banco de sementes por microorganismos do solo e a da emergência, por efeito da cobertura do solo (sombreamento) e efeitos alelopáticos, originados da palhada em decomposição.

O amendoim-bravo e o picão-preto apresentam uma sobrevivência no banco de sementes do solo de cerca de 3 a 4 anos, contrastando alta germinabilidade com baixo período de sobrevivência. O controle e a reinfestação dependem dos herbicidas e da época de controle.

O amendoim-bravo pode germinar sob a palhada deixada em semeadura direta da soja, sob baixa intensidade de chuva, não favorável às demais espécies. A semente apresenta mucilagem higroscópica que a recobre, garantindo condições de germinação, sob condições favoráveis de temperatura.

Condições proporcionadas por uma pastagem por alguns anos pode reduzir o potencial de infestação dessas espécies e, de modo especial, as que apresentem problemas de resistência à herbicidas.

Integração lavoura-pecuária

Em publicações anuais da Embrapa Soja/MAPA - Tecnologias de Produção de Soja para o Paraná/Região Central do Brasil (2005) e Sistemas de Produção para os estados do RS e SC (2004/05), são abordados aspectos gerais de rotação de culturas, espécies, planejamento de propriedades e sugestões de rotação de culturas anuais e pastagem. A Embrapa aponta a integração lavoura-pecuária, em semeadura direta, como alicerce da sustentabilidade da agropecuária no Cerrado (Direto no Cerrado, APDC, ano 10, n. 40, mar. 2005). A diversificação dos sistemas de produção e a superação dos problemas advindos dos cultivos anuais sucessivos, como a degradação das pastagens e pragas, no sistema tradicional de cultivo, tem despertado o interesse de agricultores em melhorar seus sistemas.

Deve-se observar as vantagens das rotações no sistema sustentável de produção, as possibilidades de melhoria de pastagens e de aumento de carga animal de gado nas áreas. Também deve-se considerar as contribuições na redução do uso de poluentes num período considerável de tempo, redução de problemas com plantas daninhas infestantes (Figura 13) e muito importantes economicamente, cujos bancos de sementes no solo podem ser reduzidos de modo mais acentuado do que com herbicidas, que não afetam sementes dormentes, observado no controle da trapoeraba, já referido (Tabela 1). Além disso, existem possibilidades de reduzir ou eliminar problemas de resistência de algumas espécies daninhas, com menor ou igual período de sobrevivência no solo (amendoim-bravo, picão-preto, trapoeraba e gramíneas) e mesmo, favorecer a introdução da produção orgânica de soja em áreas de maior extensão.

Na Região do Brasil Central a integração lavoura-pecuária tem sido testada através do manejo das culturas de soja, milho, milheto e sorgo nas quais é feita a semeadura da braquiária no denominado “Sistema de Produção Santa Fé” (56). A prática, consiste na semeadura da braquiária nas entrelinhas por ocasião da instalação das culturas, em que se aplica metade da dose do herbicida graminicida, para deter o crescimento da braquiária, e a dose normal para o controle das folhas largas. O sistema tem sido vantajoso para as culturas de milho e sorgo, as quais permitem

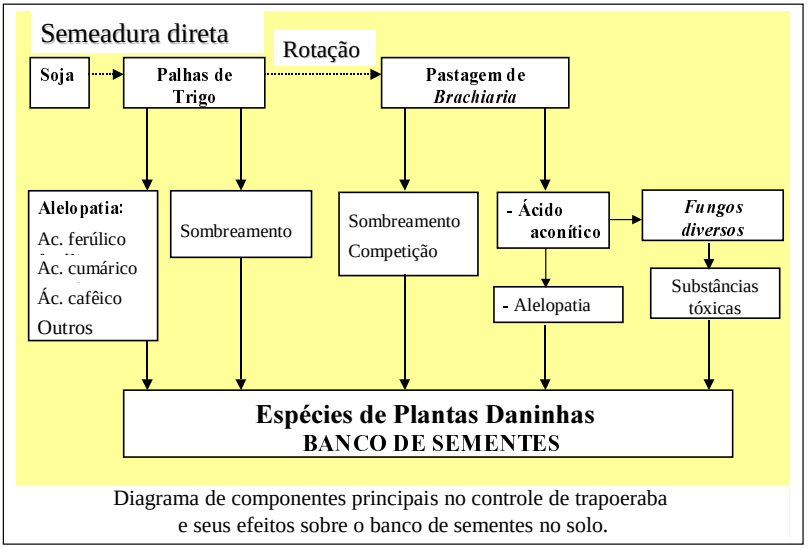

Figura 13. Sistema de produção trigo/aveia-soja-pastagem e manifestação dos efeitos de sombreamento, alelopatia e predação de sementes de plantas daninhas por fungos, no controle do banco de sementes de trapoeraba (111).

uma colheita sem perdas de produtividade e o rápido estabelecimento da pastagem posteriormente, resultando em ganhos significativos do sistema.

Produção de soja orgânica

A grande expansão da área de soja orgânica, verificada nos últimos anos, deve-se a crescente demanda por esse produto, principalmente pelo mercado japonês e europeu. A área de soja orgânica, no Brasil, que era estimada em 10.000 ha em 2000 (50), expandiu 25% em dois anos, atingindo 12.516 ha, em 2002 (76).

Atualmente, o **Paraná** é um dos maiores produtores orgânicos do País (EMATER-PR, 2003 e SEAB/DERAL). Na safra 2002/2003, a soja orgânica foi a cultura que ocupou área de 5.890 ha, sendo 70% desta área

localizada nas regiões Oeste e Sudeste (Pato Branco, Francisco Beltrão, Capanema, Cascavel e Toledo). A soja orgânica foi a segunda atividade desenvolvida pelo maior número de agricultores, aproximadamente 768 na safra 2002/2003, contra 863 da olericultura.

No caso da soja orgânica, mesmo a **produtividade** média sendo menor que a convencional, a rentabilidade é 31% maior (Deral, 2003). No Paraná 86% das propriedades rurais têm área inferior a 50 ha, sendo importante incentivar atividades que permitam obter maior rentabilidade por área.

Os maiores problemas enfrentados pelos agricultores no momento de conversão das suas lavouras do sistema convencional para o orgânico está no manejo de espécies daninhas e pragas. Não obstante esses gargalos, existe um mercado demandante e uma possibilidade bastante promissora de incremento tecnológico no sistema que permitirá, em curto espaço de tempo, colocar a soja orgânica como mais uma opção economicamente sustentável.

Nesse sentido, a proposta intitulada "***Tecnologias Agroecológicas de Manejo de Plantas Daninhas na Cultura da Soja"*** da Embrapa Soja, Londrina, propõe-se executar atividades que visam gerar informações relativas ao manejo de espécies daninhas em soja orgânica.

Os resultados obtidos neste plano de ação serão passíveis de adaptação e utilização racional dos recursos, a preservação ambiental e a produção de alimentos de melhor qualidade, contribuindo para a competitividade e a sustentabilidade da agricultura orgânica no País.

A produção de soja orgânica num Sistema de Integração Lavoura-Pecuária

Atualmente, a produção de soja orgânica e o uso de um sistema de integração lavoura e pecuária são descutidos a nível nacional. Por sua vez, existe uma grande dificuldade em implementar as duas coisas. No entanto, *acredita-se que através da implementação de uma é possível chegar-se mais facilmente à outra.*

Perguntados por agricultores sobre tecnologias disponíveis para a produção da soja orgânica, é provável que introduzir pastagens em áreas de cultivo do sistema soja-trigo em semeadura direta, por exemplo, ou introduzir a melhoria de pastagens com adubações e corretivos da fertilidade do solo, permite aumentar, posteriormente, a lotação de gado nas pastagens (Figura 13). Como conseqüência, tem-se um período de pastoreio em área com braquiária, possivelmente de cinco anos, após o qual se poderia reintroduzir o esquema anterior de cultivo, para satisfazer o sistema de integração.

Assim, no estabelecimento da pastagem pode-se incrementar a fertilidade do solo com fosfatos de rocha e sulfato de potássio. Com um pastoreio racional, ou corte, pode-se evitar a ressementação da gramínea na reintrodução das culturas já citadas. A pastagem pode oferecer grandes vantagens no período, como certamente eliminar a aplicação de produtos inseticidas, fungicidas ou herbicidas, sendo importante iniciar o sistema em áreas com baixos níveis de problemas. Ao mesmo tempo, segundo resultados de pesquisa sobre a sobrevivência de bancos de sementes de plantas daninhas no solo, num período de cinco anos, podemos quase eliminar espécies daninhas como amendoim-bravo (ou leiteira), picão-preto e capim-marmelada. Com esse procedimento, estaremos também eliminando o problema de resistência dessas espécies, que tem-se tornado um grande problema de controle em culturas anuais, como a soja, devido ao uso repetido dos mesmos herbicidas, ou outros com mesmos mecanismos de ação. Tem sido constatado que coberturas do solo como de braquiária, podem reduzir a sementeira de plantas daninhas com maior intensidade do que aplicações anuais eficientes de herbicidas.

A introdução da soja orgânica, após a pastagem (Figura 14), poderia ser feita através do preparo convencional do solo, ou do estabelecimento da cultura da aveia e sua rolagem em época apropriada e, possivelmente, da introdução de uma cultura como o milheto ou sorgo, entre outras alternativas, como se propõe para a região dos Cerrados.

No estabelecimento da soja orgânica, eliminamos por um período o uso de insumos pesticidas e reduzimos a possível ocorrência de todos os fa-

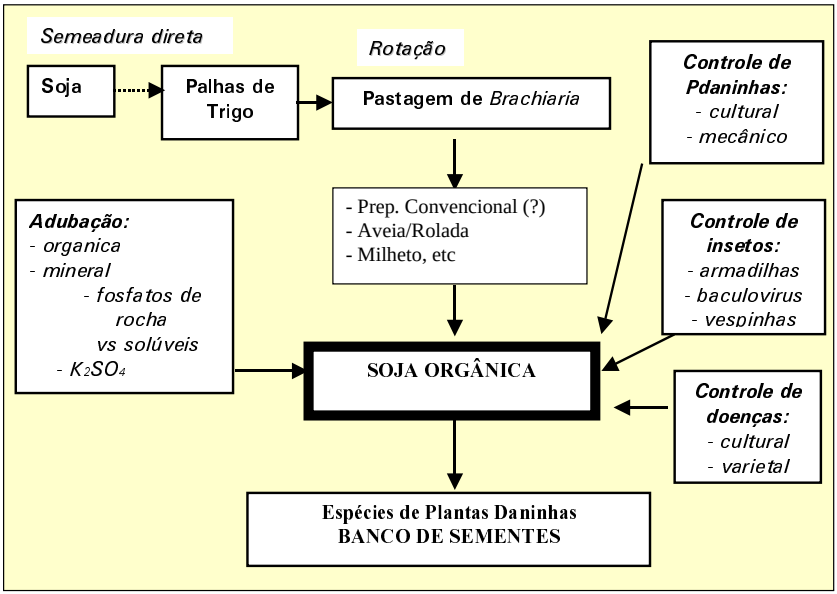

Figura 14. Sistema de produção de soja orgânica, a partir de um sistema de semeadura direta ou de pastagem, e seus demais componentes de produção.

tores negativos que podem afetar a cultura da soja. Além do mais, o controle de insetos pode ser feito com o uso de armadilhas; o controle de lagartas, com baculovírus e os percevejos, com vespinhas distribuídas nas lavouras. O controle de doenças, pode ser feito com o uso de variedades resistentes. As plantas daninhas, algumas das principais espécies, podem ser controladas com restos vegetais de culturas de inverno, no sistema de semeadura direta da soja, pelo uso continuado de capinas mecânicas em áreas menores e da cobertura contínua do solo com plantas úteis. Numa avaliação de infestação de plantas daninhas, no sistema convencional de preparo do solo, registrou-se a emergência de 60 plantas/m^2 de capim-marmelada e, apenas 3 plantas/m^2, em semeadura direta. Tal situação, poderia eliminar a aplicação de herbicidas. Outras possibilidades são o uso de meios culturais favoráveis à produção, como sistema de semeadura direta, rotação de culturas, adequado nível de fertilidade do solo pela reciclagem de nutrientes, melhor época de semeadura,

uso do melhor espaçamento e densidade de semeadura, bem como o uso de variedade com maior habilidade competitiva quando na presença de plantas daninhas.

Publicações anuais dos "Tecnologias de Produção da Embrapa Soja" apresentam sugestões de manejo envolvendo rotações de cultura nessa integração, como a divisão da área em diversas glebas, intercalando um período de anos de produção de culturas e pastagem. No Paraná, proporções de 50% e 65% das áreas podem ser mantidas com culturas anuais de trigo/soja. Outras sugestões de uso da terra são apresentadas em publicações regionais do Sul e Central do Brasil.

Agricultura de precisão

Agricultura de precisão é "um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado de diversas operações nas culturas".

O uso da tecnologia tem sido proposta para identificação, localização, mensuração das populações das espécies alvo para posterior aplicação de medidas de controle localizado das infestações. Além disso, tem sido proposta para o gerenciamento de outros problemas, como na aplicação geral de insumos agrícolas, colheita ou de planejamento da lavoura. Isso requer a integração de algumas tecnologias-chave, tais como sistema de posicionamento global (GPS), sistema de informações geográficas (GIS) e equipamentos para aplicação de insumos a taxas variáveis.

A agricultura de precisão necessita de conhecimentos de dinâmica de plantas daninhas, de modo a obter melhores resultados de custo/benefício da exploração agrícola, para melhorar o controle e redução da poluição ambiental. Para estimativas mais precisas das infestações, em se fazendo levantamentos aéreos, é necessário apoiar com amostragens complementares da área local, exigindo graus de acurácia e níveis de confiança para o padrão de distribuição da infestação presente e, conseqüentemente, uma grande amostragem (6), através de estimativas de tamanhos (31, 109).

Esforços tem sido feitos para estimar a composição e a densidade das infestações de plantas daninhas para fins de controle, usando levantamento de bancos de sementes no solo (22, 63). O conhecimento do número de sementes no solo e sua dormência, longevidade e periodicidade é muito útil em predizer que espécies são prováveis de emergirem numa determinada lavoura (63), enquanto que uma relação quantitativa entre o banco de sementes e sua intensidade de emergência é difícil de estabelecer (38).

Estudos iniciais de dinâmica de populações, envolvendo Agricultura de Precisão, podem apresentar baixa correspondência entre áreas mapeadas de bancos de sementes e emergências nas fases de pré e pós-semeadura, em semeadura direta de soja (Fazenda Couro-do-Boi, Londrina-PR, 2000), exigindo um levantamento da emergência das plantas daninhas por ocasião do seu controle, em pós-emergência.

Amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), como outras Euphorbiaceas, apresenta sementes com tegumentos mucilaginosos (130), que facilita a hidratação e a germinação parcial da espécie em diferentes épocas, sob condições de chuvas mínimas, variando com as condições da superfície do solo. Isso, resulta em variações na obtenção de mapas de localização das infestações.

Controle de plantas daninhas em soja transgênica

Recentemente as principais culturas de interesse econômico mundial, especialmente a soja, têm sido alvo de estudo para transformá-las em resistentes a determinados herbicidas, para os quais são originalmente sensíveis. Isto tem sido realizado através da engenharia genética, através do processo de transgênese ou mutagênese.

A área com soja geneticamente modificada, resistente a herbicidas “não tradicionais” à cultura, teve grande aumento nos últimos anos, consolidando-se como mais uma alternativa no manejo integrado de plantas daninhas. Somam-se todas as demais considerações de manejo feitas anteriormente para o controle das plantas daninhas na cultura da soja.

Referências

1. ACKER, R.V.; SWANTON, C.J.; WEISE, S.F.; VAN-ACKER, R.E. The critical period of weed control in soyabean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Weed Science**, Champaign, v.41, n.2, p.194-200, 1993.

2. ALFONSI, R.R.; SENTELHAS, P.C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Santa Maria, v.4, n.2, p.57-61, 1996.

3. ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas:** contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 482p.

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

5. ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.26, n.2, p.221-236, 1991.

6. AMBROSIO, L.; DORADO, J.; DEL MONTE, J.P. Assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil. **Weed Research**, Oxford., v.37, n.3, p.129-137, 1997.

7. ANDERSSON, L.; MILBERG, P. Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. **Seed Science Research**, Oxon, v.8, n.1, p.29-38, 1998.

8. ARAÚJO, A.G.; RODRIGUES, B.N. Manejo mecânico e químico da aveia preta e sua influência sobre a taxa de decomposição e o controle de plantas daninhas em semeadura direta de milho. **Planta Daninha**, Botucatu, v.18, n.1, p.151-164, 2000.

9. AZEVEDO, J.L. de; MELO, I.S. de. (Ed.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 448p.

10. BALL, D.A.; MILLER, S.D. A comparison of techniques for estimation of arable soil seedbanks and their relationship to weed flora. **Weed Research**, Oxford, v.29, p.365-373, 1989.

11. BARRALIS, G.; CHADOEUF, F. Étude de la dynamique d'une

communaute adventice: I-Evolution de la flore adventice au cours du cycle vegetatif d'une culture. **Weed Research**, Oxford, v.20, p.231-237, 1980.

12. BARROS, A.C. de. Plantas daninhas na cultura da soja em áreas sob vegetação de cerrado. **Agrotécnica**, São Paulo, n.7, p.4-7, 1990.
13. BARROS, A.C.; EICHLER, V. **Flora invasora da cultura da soja na região do Sudoeste Goiano**. Goiânia: EMGOPA, 1986. 5p. (EMGOPA. Comunicado Técnico, 10).
14. BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
15. BIANCHI, M.A. Manejo integrado de plantas daninhas no Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.37, n.1, p.53-57, 1997. (Edição especial).
16. BLANCO, H.G.; BLANCO, F.M.G. Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.26, p.215-220, 1991.
17. BHOWMIK, P.C.; DOLL, J.D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.601-606, 1982.
18. BRECKE, B.J. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) germination and emergence. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.1, p.103-106, 1995.
19. BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.229-237, 2003.
20. BUHLER, D.D.; MESTER, T.C. Effect of tillage systems on the emergence depth of Giant (*Setaria faberii*) and Green foxtail (*S. viridis*). **Weed Science**, Champaign, v.39, p.200-203, 1991.
21. CARDINA, J.; SPARROW, D.H.; McCOY, E.L. Analysis of spatial distribution of commom lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.43, p.258-268, 1995.

22. CARDINA, J.; SPARROW, D.H.; McCOY, E.L. Spatial relationships between seedbank and seedling population of commom lambsquarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. **Weed Science**, Champaign, v.44, p.298-308, 1996.

23. CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 430p.

24. CHANDLER, J.M.; MUNSON, R.L.; VAUGHAN, C.E. Purple moonflower emergence, growth, and reproduction. **Weed Science**, Champaign, v.25, n.2, p.163-167, 1977.

25. CHEMALE, V.M.; FLECK, N.G. Avaliação de cultivares de soja (*Glicine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob três densidades e dois períodos de ocor-rência. **Planta Daninha**, Campinas, v.2, n.2, p.36-45, 1982.

26. CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTÓRIA FILHO, R.; SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.12, n.1, p.13-20, 1994.

27. COCHRAN, V.L.; ELLIOT, L.F; PAPENDICK, R.F. The production of phytotoxins from surface of crop residues. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.41, p.903-908, 1977.

28. CUSSANS, G.W.; COUSENS, R.D.; WILSON, B.J. **Thresholds for weed control** – The concepts and their interpretations. In.: EWRS SYMPOSIUM, 1986 – Economic Weed Control. Wageningem: EWRS, 1986. p.253-260.

29. DEBAEKE, P.; SEBILLOTTE, M. Modélisation de l'evolution a long terme de la flore adventice: I-Constructiond'un modéle descriptif de l'evolution quantitative du stock de semences a l'horizon travaillé. **Agronomie**, Paris, v.8, n.5, p.393-403, 1988.

30. DAWSON, J.H.; BURNS, V.F. Longevity of barnyardgrass, green foxtail and yellow foxtail seeds in soil. **Weed Science**, Champaign, v.23, n.5, p.437-440, 1975.

31. DESSAINT, F.; BARRALIS, G.; CAIXINHAS, M.L.; MAYOR, J.P.;

RECASENS, J.; ZANIN, G. Precision of soil seedbank sampling: how many soil cores? **Weed Research**, Oxford, v.36, n.2, p.143-151, 1996.

32. DYER, W.E. Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.3, p.498-503, 1995.

33. ETEJERE, E.O.; OKOKO, T.A. Seed production, germination and emergence of *Euphorbia heterophylla* L. **Nigerian Journal of Botany**, Ilorin, v.2, n.1, p.143-147, 1989.

34. EGLEY, G.H.; WILLIAMS, R.D. Decline of weed seeds and seedling emergence over five years as affected by soil disturbances. **Weed Science**, Champaign, v.38, n.6, p.504-510, 1990.

35. EGLEY, G.H.; CHANDLER, J.M. Germination and viability of weed seeds after 2.5 years in a 50-year buried seed study. **Weed Science**, Champaign, v.26, n.3, p.230-239, 1978.

36. FELDMAN, S.R.; ALZUGARAY, C.; TORRES, P.S.; LEWIS, P. The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. **Weed Research**, Oxford, v.37, n.2, p.71-76, 1997.

37. FELLOWS, G.M.; ROETH, F.W. Factors influencing shattercane (*Sorghum bicolor*) seed survival. **Weed Science**, Champaign, v.40, p.434-440, 1992.

38. FENNER, M. Chapter 4. In: **Seed Ecology**. New York: Chapman Hall, 1985, p.87-104.

39. FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. Studying the population dynamics of weeds. **Weed Research**, Oxford, v.25, n.6, p.443-447, 1988.

40. FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; VIDAL, R.A.; MEROTTO JUNIOR, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.53-62, 2002.

41. FORCELLA, F. Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves. **Weed Research**, Oxford, v.32, n.1, p.29-38, 1992.

42. FORCELLA, F.; WILSON, R.G.; DEKKER, J.; KREMER, R.J.; CARDINA, J.; ANDERSON, R.L.; ALM, D.; RENNER, K. A.; HARVEY, R.G.; CLAY, S.; BUHLER, D.D. Weed seed bank emergence across the Corn Belt. **Weed Science**, Champaign, v.45, n.1, p.67-76, 1997.

43. FORNAROLLI, D.A.; RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; VALÉRIO, M.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. **Planta Daninha**, Botucatu, v.16, n.2, p.97-107, 1998.

44. FRIEBE, A.; SCHULZ, M.; KUCK, P.; SCHNABL, H. Phytotoxins from shoot extracts and root exudates of *Agropyron repens* seedlings. **Phytochemistry**, Elmsford, v.38, n.5, p.1157-1159, 1995.

45. GARCIA, Q.S.; SHARRIF, R.R. Germinação e dormência em aquênios de *Acanthospermum hispidum* DC, uma espécie invasora. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v.18, n.1, p.17-25, 1995a.

46. GARCIA, Q.S.; SHARRIF, R.R. Aspectos ecofisiológicos da quebra de dormência de *Acanthospermum hispidum* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.18, n.1, p.113-117, 1995b.

47. GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D.; VOLL, E. Comportamento de *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada) em áreas com diferentes manejos de solo e da cultura. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja - 1990/91**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1996. p.517-521 (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 99).

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

49. GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v.58, n.3, p.303-304, 1966.

50. HARKALY, A. soja orgânica no Brasil. In: CÂMARA, G. S. (Ed.). **Soja**: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. p.133-138.

51. HANINE, H.; MOURGUES, J.; MOLINIER, J. Aconitic acid removal

during cane juice clarification. **International Sugar Journal**, v.92, p.219-220, 230, 238, 1103, 1990.

52. HOLM, R.E. Volatile metabolites controlling germination in buried weed seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.50, n.2, p.293-297, 1972.

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

54. HOOPER, J.R. Studies on the germination and emergence of florida beggarweed (*Desmodium tortuosum*) and its competition with soybeans and peanuts. **Dissertation Abstracts International**, Ann Arbor-MI, v.39, n.4, p.1575, 1978.

55. HUNTER, J.R.; ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. **Agronomy Journal**, Madison, v.44, n.1, p.107-109, 1952.

56. KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.) **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570p.

57. JOHNSTON, T.J.; MURRAY, D.S.; WILLIAMS, I.C. Germination and emergence of balloonvine *(Cardiospermum halicacabum)* compared with soybean seeds. **Weed Science**, Champaign, v.27, n.1, p.73-76, 1979.

58. KARAM, D.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; CAÇÃO, L.E.F. Estudo da interferên-cia de plantas daninhas com a cultu-ra da soja (*Glycine max* L. Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993 Londrina. **Resumos**... Londrina: SBHED, 1993. p.32-33.

59. KARAM, D.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E.; ARCHANGELO, E.R. Efeito de densidades de plantas daninhas na cultura da soja. In: REUNIAO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO SUL, 22., 1994, Cruz Alta. **Ata e resumos**. Cruz Alta: FUNDACEP: FECOTRIGO, 1994. p.80.

60. KARSEN, C.M. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In:

KAHN, A.A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination**. New York: Elsevier, 1982. p.243-270.

61. KAUFMANN, M.R.; ROSS, K.J. Water potential, temperature and kinetin effects on seed germination in soil and solute systems. **American Journal of Botany**, Bronx, v.57, p.413-419, 1970.

62. LAFOND, G.P.; FOWLER, D.B. Soil temperature and moisture effects on kernel water uptake and germination of winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, p.447-450, 1989.

63. LAWSON, H.M. The use of weed seedbank in the selection of herbicide recommendations. **Weed Research**, Oxford, v.28, p.486, 1988.

64. LEGUIZAMÓN, E.S. Seed survival and patterns of seedling emergence in *Sorghum halepense* (L.) Pers. **Weed Research**, Osney Mead, v.26, n.1, p.1-7, 1986.

65. LIEBL, R.A.; WORSHAM, A.D. Inhibition of pitted morning glory (*Ipomoea lacunosa* L.) and certain other weed species by phytotoxic components of wheat (*Triticum aestivum* L.) straw. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.9, n.8, p.1027-1043, 1983.

66. LIVINGSTON, N.J.; JONG, E. Matric and osmotic potential effects os seedling emergence at different temperatures. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.995-998, 1990.

67. LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestre, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 608p.

68. LORENZI, H. Efeito da cana no controle das plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos**... Londrina: SBHED, 1993. p.28-29.

69. MARTINS, D.; VELINI, E.D.; MARTINS, C.C.; SOUZA, L.S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Botucatu, v.17, n.1, p.151-161, 1999.

70. McCALLA, T.M.; ARMY, T.J. Stubble-mulch farming. **Advance Agronomy**, Madison, v.13, p.125-196, 1961.

71. MIKUSINSKI, O.M. Testes de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.103-108, 1987.

72. MOLISCH, H. **Der einfluss eine pflanze auf die andere:** Allelopathie. Jena: Fischer, 1937. 106p.

73. MOHLER, C.L.; GALFORD, A.E. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. **Weed Research,** Oxford., v.37, n.3, p.147-155, 1997.

74. MORTENSEN, D.A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Research**, Oxford, v.40, n.1, p.49-62, 2000.

75. NORRIS, R.S.; SCHONER JUNIOR., C.A. Yellow foxtail (*Setaria lutescens*) biotype studies, dormancy and germination. **Weed Science**, Champaign, v.28, n.1, p.159-163, 1980.

76. ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L.; FAVORET FILHO, P.; ROCHA, T.M. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.15, p.3-34, 2002.

77. PATIL, S.K.; WAGHMODE, A.P. Ecophysiological studies in *Euphorbia geniculata* Orteg. **Biovigyanam**, Maharashtra, v.15, n.2, p.94-97, 1989.

78. PEREIRA, F.A.R. Soja, cerrado e ervas daninhas. **Sinal Verde**, São Paulo, v.2, n.1, 1987.

79. PEREIRA, F.A.R. *Desmodium*, uma ameaça à produção. **Correio Agrícola**, São Paulo, v.2, p.19-20, 1988.

80. PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para o período 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**... Brasilia: FINEP, 1984. p.37

81. POLLARD, E.; MOSS, S.R.; CUSSANS, G.W.; FROUD-WILLIAMS, R.J. The influence of tillage on the weed flora in a sucession of winter wheat crops on a clay loam soil and silt loam soil. **Weed Research**, Oxford, v.22, p.129-136, 1982.

82. POPAY, A.I.; COX, T.I.; INGLE, A.; KERR, R. Effects of soil disturbance on weed seedling emergence and its long-term decline. **Weed Research**, Oxford, v.34, n.6, p.403-412, 1994.

83. POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

84. REDDY, K.N.; SINGH, M. Germination and emergence of hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Weed Science,** Champaign, v.40, n.2, p.195-199, 1992.

85. RICE, E.L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1974. 353p.

86. RIZAZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; RIBOLDI, J.; AGOSTINETTO, D. Ajuste de modelo para quantificar o efeito de plantas daninhas e época de semeadura no rendimento de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v.38, n.1, p.35-43, 2003.

87. ROBERTS, H.A.; DAWKINS, P.A. Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in soil. **Weed Research,** Oxford, v.7, p.290-301, 1967.

88. ROBERTS, H.A.; FEAST, P.M. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. **Weed Research**, Oxford, v.12, p.316-324, 1972.

89. ROBERTS, H.A.; FEAST, P.M. Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.10, p.133-143, 1973.

90. ROBERTS, H.A.; RICKETTS, M.E. Quantitative relationship between the weed flora after cultivation and the seed population in the soil. **Weed Research**, Osney Mead, v.19, p.269-275, 1979.

91. RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; YADA, I.F.U.; FORNAROLLI, D.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida trifluralin. **Planta Daninha**, Botucatu, v.16, n.2, p.163-173, 1998.

92. RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; YADA, I.F.U.; ULBRICH, A.V.; FORNAROLLI, D.A. Influência da cobertura morta na retenção do imazaquin em plantio direto de soja. **Planta Daninha**, Botucatu, v.18, n.2, p.231-239, 2000.

93. RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP/BASF, 1995. 134p.

94. RUSTAMANI, M.A.; KANEHISA, K.; TSUMUKI, H.; SHIRAGA, T. Further observations on the relationship between aconitic acid contents and aphid densities on some cereal plants. **Bulletin Research Institute Bioresources**, Okayama-University, v.1, n.1, p.9-20, 1992.

95. SCHWERZEL, P.J. The effect of depth of burial in soil on the survival of some common Rhodesian weed seeds. **Rhodesia Agricultural Journal**, Rhodesia v.73, p.97-99, 1976.

96. SCHWERTZEL, P.J.; THOMAS, P.E.L. Effects of cultivation frequency on the survival of seeds of six weeds commonly found in Zimbabwe. **Rhodesia Agricultural Journal**, Rhodesia, v.76, p.195-199, 1979.

97. SEIFERT, G.; VOLL, E. Cobertura de aveia e calagem sobre amendoim-bravo em semeadura direta de soja. **Planta Daninha**, Botucatu, v.18, n.2, p.309-322, 2000.

98. SMITH, C.A.; SHAW, D.R.; NEWSON, 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.

99. SOUZA, R.O. de. **Balãozinho *(Cardiospermum halicacabum* L.) na cultura da soja *(Glycine max* (L.) Merril)**: aspectos biológicos e controle químico. 1995. 82f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

100. SOUZA, R.O.; RUEDELL, J. **Levantamento populacional das principais plantas daninhas nos cultivos de verão**: relatório técnico - safra 1993. Cruz Alta: Fundacep/ Fecotrigo, 1993. 5p.

101. STOLLER, E.W.; WAX, L.M. Dormancy changes and fate of some

annual weed seeds in soil. **Weed Science**, Champaign, v.22, n.1, p.151-155, 1974.

102. STOLLER, G.W.; WAX, L.M. Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. **Weed Science**, Champaign, v.21, n.6, p.574-580, 1973.

103. SWINTON, S.M.; KING, R.P. A bioeconomic model for weed management in corn and soybeans. **Agricultural Systems**, v.44, n.2, p.313-335, 1994.

104. THEISEN, G.; VIDAL, R.A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas de ciclo de vida do capim-marmelada. **Planta Daninha**, Botucatu, v.17, n.2, p.189-196, 1999.

105. THOMAS, P.E.L. Weed competition and reproduction studies in Rhodesia. **Rhodesia Agricultural Journal**, Rhodesia, v.74, p.21-24, 1977.

106. THOMPSON, F.; SCHAEFER, S. C; MADISON, J. T. Role of aconitate isomerasein trans-aconitateaccumulation in plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, United States, v.45, n.9, p.3684-3688, 1997.

107. TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.1-10, 2004.

108. VENCILL, W.K.; BANKS, P.A. Effects of tillage systems and weed management on weed populations in grain sorghum (*Sorghum bicolor*). **Weed Science**, Champaign, v.42, n.4, p.541-547, 1994.

109. VOLL, E. Agricultura de precisão: manejo de plantas daninhas. In: BOREM, A.; GIUDICE, M.P. del; QUEIROZ, D.M. de; MANTOVANI, E.C.; FERREIRA, L.R.; VALLE, F.X.R. do; GOMIDE, R. L., (Ed.). **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p.203-235.

110. VOLL, E.; ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, M.C.N. Amostragem do banco de sementes e flora emergen-

te de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.38, n.2, p.211-218, 2003

111. VOLL, E.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S. Dinâmica da população de *Cardiospermum halicacabum* e competição com a cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.I, p.27-33, 2004.

112. VOLL, E.; DOMIT, L.A.; GAZZIERO, D.L.P.; RODRIGUES, B.N.; ADEGAS, F.S.; COSTA, J.M. da; WOBETO, C.; VICENTE, D**. Levantamento de banco de sementes e de flora daninha emergente no manejo integrado de plantas daninhas, em lavouras de soja no Paraná - 95/96**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 6p. (EMBRAPA-CNPSo. Pesquisa em Andamento, 18).

113. VOLL, E.; FRANCHINI, J.C.; CRUZ, R.T.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; ADEGAS, F.S. Chemical interactions of *Brachiaria plantaginea* with *Commelina benghalensis* and *Acanthospermum hispidum* in soybean cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.30, n.7, p.1467-1475, 2004.

114. VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; VAL, W.M.C.; ADEGAS, F.S. Dinâmica do estabelecimento de espécies de plantas daninhas (04.0.94.324-05). In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja, 1999**. Londrina, 2000. p.137-142. (Embrapa Soja. Documentos, 142).

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

116. VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. sob manejos de solo e de herbicidas: 1Sobrevivência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.12, p.1387-1396, 1995.

117. VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. sob manejos de solo e de

herbicidas: 2 Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.31, n.1, p.27-35, 1996.

118. VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAN, D. Dinâmica de populações de capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.4, p.373-378, 1997.

119. VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum DC.*) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.9, p.897-904, 1997.

120. VOLL, E.; KARAM, D.; GAZZIERO, D.L.P. Population dynamics of capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.) by soil and herbicide managements. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.4, p.373-378, 1997.

121. 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, DF, v.32, n.6, p.571-578, 1997.

122. VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P. Dinâmica de um banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes manejos de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.171-178, 2001.

123. VOLL, E.; VOLL, C.E., VICTÓRIA FILHO, R. Allelopathic effects of aconitic acid on wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) and morningglory (*Ipomoea grandifolia*). **Journal of Environmental Science and Health,** New York, v.40, n.1, p.69-75, 2005.

124. WALKER, S.R.; EVENSON, J.P. Biology of *Commelina benghalensis* L. in south-eastern Queensland: 1-growth, development and seed production. **Weed Research,** Oxford, v.25, p.239-244, 1985.

125. WALKER, S.R.; EVENSON, J.P. Biology of *Commelina benghalensis* L. in south-eastern Queensland: 2-seed dormancy, germination and emergence. **Weed Research,** Oxford, v.25, p.245-250, 1985.

126. WATANABE, K.; KATSUHARA, M.; NAKAO, H.; SATO, M. Detection and molecular analysis of plant- and insect-associated bacteria harboring aconitate isomerase involved in biosynthesis of trans-aconitic acid as antifeedant in brown planthoppers. **Current Microbiology**, New York, v.35, n.2, p.97-102, 1997.

127. WEAVER, S.E. Factors affecting threshold levels and seed production of Jimsonwed (*Datura stramonium* L.) in soyabeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Weed Research,** Oxford, v.26, p.215-223, 1986.

128. WEST, S.H.; MAROUSKY, F. Mechanism of dormancy in Pensacola Bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v.29, p.787-791, 1989.

129. YENISH, J.P.; DOLL, J.D.; BUHLER, D.D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. **Weed Science,** Champaign, v.40, p.429-433, 1992.

130. YOUNG, J.A.; EVANS, R.A. Mucilaginous seed coats. **Weed Science**, Champaign, v.21, n.1, p.52-54, 1973.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Caixa Postal, 231 - CEP: 86001-970 - Londrina - Paraná
Telefone: (43) 3371 6000 - Fax: (43)3371 6100
homepage:www.cnpso.embrapa.br - e-mail: sac@cnpso.embrapa.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Governo
Federal