

LEONARDO BIANCO DE CARVALHO

**ESTUDOS ECOLÓGICOS DE PLANTAS
DANINHAS EM AGROECOSSISTEMAS**

2011

LEONARDO BIANCO DE CARVALHO

**ESTUDOS ECOLÓGICOS DE PLANTAS
DANINHAS EM AGROECOSSISTEMAS**

1ª Edição

Jaboticabal – SP
Edição do Autor
2011

Carvalho, Leonardo Bianco de
Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas /
Editado pelo autor, Jaboticabal, SP, 2011
vi, 58 p. : graf., tab. 6x8 pol

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização (Lei n.º 9.610).

ISBN 978-85-912712-0-7

Distribuição pelo autor:
matologiaexperimental.blogspot.com
agrolbcarvalho@gmail.com

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	1
AS PLANTAS DANINHAS	3
INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS	9
TIPOS DE ESTUDOS ECOLÓGICOS	13
Estudo da composição específica	14
Estudo de índices fitossociológicos	15
Estudo da distribuição espacial	20
Estudo da diversidade	21
Estudo da similaridade	22
Estudos dos períodos críticos de interferência	22
EXEMPLOS PRÁTICOS	29
DISPOSIÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

PREFÁCIO

Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas foi escrito com intuito de reunir, em uma só obra, uma parte teórica e outra parte prática a respeito de estudos referentes à ecologia das comunidades infestantes de agroecossistemas, com exploração dos mais variados tipos de estudos ecológicos possíveis de serem realizados neste tipo de ambiente.

A parte teórica oferece embasamento intelectual para que o leitor compreenda mais facilmente a parte prática da obra, em que são relatados exemplos hipotéticos de situações das comunidades infestantes e as devidas interpretações em função dos diferentes tipos de estudos ecológicos que podem ser realizados.

Por fim, ressalta-se que obra está redigida de maneira simples e concisa, para uma leitura rápida e dinâmica. Dessa maneira, visa-se atingir a maior parte dos estudantes de agronomia, técnicos e professores, chamando atenção para um assunto pouco estudado e pouco utilizado como ferramenta de auxílio na determinação de estratégias de manejo de plantas daninhas e, também, na avaliação dessas estratégias adotadas.

O Autor

INTRODUÇÃO GERAL

Nos estudos de manejo de agroecossistemas, as avaliações pertinentes à dinâmica de comunidades infestantes são fundamentais para o entendimento de suas interferências sobre as culturas agrícolas e dos impactos das práticas culturais utilizadas no seu manejo.

As plantas daninhas podem interferir no crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas resultando em reduções na produção. No entanto, essa interferência não se estabelece durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Há períodos em que a convivência com a comunidade infestante acarreta perdas significativas de produtividade das plantas cultivadas e outros períodos em que não há interferência na produção.

Os estudos ecológicos de comunidades infestantes em agroecossistemas, em sua maioria, abordam a determinação (i) dos períodos de convivência ou de controle em que há expressiva interferência das plantas daninhas na produtividade das culturas e (ii) de índices fitossociológicos que auxiliam na indicação das espécies mais importantes para os diferentes períodos de crescimento da comunidade infestante. A análise conjunta dos resultados e a repetição programada desses estudos podem for-

necer subsídios para a escolha das melhores épocas e estratégias de manejo das plantas daninhas para cada agroecossistema.

Os efeitos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas sobre a produtividade de culturas agrícolas têm sido bastante avaliados nas culturas de maior interesse comercial e são pouco estudados em pequenas culturas, como hortaliças. Todavia, avaliações dos índices fitossociológicos em comunidades infestantes são recentes e ainda não há volume de informação suficiente para indicações da relação entre a densidade, dominância ou importância relativa de uma ou mais populações e a intensidade de interferência da comunidade infestante em determinada cultura.

AS PLANTAS DANINHAS

A vegetação que em determinado momento ocupa um local definido é fruto de uma evolução florística da região, onde se sucederam populações capacitadas a sobreviver em cada condição ecológica (PITELLI, 2007a). Segundo o autor, as populações, por sua vez, alteram a manifestação dos fatores ambientais, criando condições específicas para as populações subsequentes, sendo que essa alteração progressiva é denominada sucessão ecológica e cada série de comunidades que se sucede é denominada de sere. Os organismos que primeiramente se estabelecem em determinada área são denominados pioneiros (BAKER, 1974; ODUM, 1985; PINTO-COELHO, 2000; DAJOZ, 1983; 2006) e fazem parte da primeira sere ou do primeiro estágio seral na sucessão ecológica.

Para entender a sucessão ecológica das plantas superiores, deve-se analisar as estratégias adaptativas dessas plantas, conforme proposto por Grime (1979). O pesquisador considera que são dois os fatores extremos que determinam a estratégia adaptativa das plantas: o estresse e o distúrbio. O estresse refere-se aos fenômenos que limitam o desempenho fotossintético e de crescimento das plantas, como as limitações de luz, água e

nutrientes e a disponibilidade de espaço. O distúrbio refere-se à destruição parcial ou total da vegetação e pode ser resultado de pressões bióticas, ou abióticas não periódicas, como por exemplo, tempestades de vento, fogo e erosão do solo. Em situações que estresse e distúrbio são extremos não há estratégia viável para adaptação de plantas superiores. Quando o estresse é baixo e o distúrbio é elevado, as plantas desenvolvem a característica adaptativa chamada de ruderal. Quando são baixas as intensidades do estresse e do distúrbio, as plantas desenvolvem a característica competidora. Em situações de elevado estresse e baixo distúrbio, a estratégia desenvolvida é tolerante ao estresse.

Considerando a evolução de uma comunidade vegetal, ou seja, sua sucessão ecológica, as ruderais seriam as plantas com características pioneiras, as quais seriam substituídas pelas competidoras, determinando o estágio intermediário de sucessão ecológica. As competidoras, depois de estabelecidas, seriam suplantadas pelas plantas tolerantes ao estresse, as quais, de forma lenta e contínua, cresceriam sob limitações impostas pelas competidoras e se estabeleceriam no estágio considerado clímax (PITELLI; PAVANI, 2004).

As plantas pioneiras foram muito importantes na re-coloni-

zação de clareiras abertas no meio de uma “floresta clímax”, quando essa era destruída por um processo natural. Com o aparecimento e evolução da espécie humana, as “clareiras” formadas em áreas de ocupação do homem se tornaram mais frequentes e de maior duração, especialmente após o desenvolvimento de agricultura e pecuária. Assim, as plantas pioneiras tiveram tempo, espaço e pressão seletiva para aprimorar sua sobrevivência nesse tipo de ambiente e, atualmente, compõe a maioria das populações que formam as comunidades infestantes de agroecossistemas. Para tanto, desenvolveram uma série de mecanismos adaptativos como adaptações à insolação, sistemas de reconhecimento das condições de cobertura do solo, elevada eficácia de reprodução e disseminação de propágulos, capacidade de sobrevivência por longos períodos de condições adversas e outros. Com isso, essas plantas adquiriram atributos ecofisiológicos de sobrevivência que tornam de rápida ocupação espontânea dos agroecossistemas e de tão difícil controle e, mesmo, erradicação (PITELLI; PAVANI, 2004).

As principais características das plantas pioneiras, segundo Baker (1974), são: (i) elevada produção de diásporos, (ii) capacidade de produção de diásporos em ampla faixa de condições ambientais, sendo esses dotados de (iia) adaptações para

disseminação em curta e em longa distância, (iib) diversos e complexos mecanismos de dormência, (iic) elevada longevidade, (iid) desuniformidade no processo germinativo e (iie) capacidade de germinação em muitos ambientes; além disso, as plantas devem ter (iii) capacidade de produção contínua de diásporos pelo maior tempo que as condições permitirem, (iv) desuniformidade nos processos de florescimento, frutificação, brotação de gemas em tubérculos, bulbos ou rizomas, (v) rápido crescimento vegetativo e florescimento precoce e (vi) produção de estruturas reprodutivas diversas. Ainda, as plantas (vii) devem ser autocompatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas, (viii) quando alógamas, devem utilizar de agentes de polinização inespecíficos ou o vento, (ix) utilizar processos especiais de competição pela sobrevivência como alelopatia, hábito trepador e outros; se perene, (x) apresentar vigorosa reprodução vegetativa ou regeneração de fragmentos e (xi) fragilidade na região do colo, de modo a não poder ser arrancada e desligada totalmente do solo. Todas essas características conferem alta capacidade de sobrevivência a essas plantas em muitos ambientes diversos, especialmente naqueles com poucas limitações de recursos e elevado distúrbio (PITELLI, 2007b), que as caracterizam como ruderais (GRIME, 1979).

Com os anos de agricultura, as plantas pioneiras alteraram alguns atributos, permitindo que suas populações fossem paulatinamente se especializando na colonização de agroecossistemas, sendo então denominadas de plantas daninhas (PITELLI; PAVANI, 2004). Todavia, deve-se ressaltar que não somente plantas ruderais ou plantas pioneiras são plantas daninhas.

Essa vegetação daninha foi selecionada nos agroecossistemas ao longo do tempo, sendo que a perpetuação de uma espécie como planta infestante nesses ambientes, de maneira geral, está condicionada a uma relação interativa entre plasticidade fenotípica de cada indivíduo e processos que, em longo prazo, proporcionam flexibilidade adaptativa frente às eventuais alterações do ambiente e às modificações que normalmente ocorrem em condições naturais em todo o sistema, ao longo do tempo (FERNANDEZ, 1979).

O conjunto de todas as populações de plantas daninhas que habitam determinado ecossistema ou área definida em função de um objetivo específico de estudo é chamado comunidade infestante (PITELLI, 2000). Essas comunidades podem interferir expressivamente no crescimento, no desenvolvimento e, consequentemente, na produtividade das plantas cultivadas quando

não são manejadas adequadamente dentro dos agroecossistemas.

A interferência imposta pela comunidade infestante, ou seja, o conjunto de ações que recebe determinada cultura em decorrência da presença dessa comunidade em determinado local, é um dos fatores mais importantes na limitação da produtividade e qualidade do produto das culturas agrícolas (PITELLI, 1985). Segundo o autor, o grau dessa interferência varia frente a diversas circunstâncias e é definido pela resultante do prejuízo que a comunidade de plantas daninhas pode causar à cultura, seja diretamente por competição, alelopatia e interferência na colheita, ou, indiretamente, hospedando pragas e patógenos nocivos à cultura.

INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas que convivem com as culturas agrícolas podem competir diretamente por recursos limitados do meio, como água, luz, nutrientes e espaço (BLEASDALE, 1960; BLANCO, 1972; PITELLI, 1985; RADOSEVICH et al., 1997; ZIMDAHL, 2004). Além disso, essas plantas podem utilizar-se de outros processos biológicos, como a alelopatia (RICE, 1974; PUTNAM; TANG, 1986; ALMEIDA, 1988; DUKE et al., 2007) e o parasitismo (BEBAWI; FARAH, 1981; KROSCHEL, 2001), para influenciar negativamente nas culturas. Aliada a esses processos, a alelomediação também pode constituir um fator de influência negativa sobre as culturas (PUTNAM; TANG, 1986; ALMEIDA, 1988).

A competição pode ser definida como a redução na disponibilidade de água, luz, nutrientes e/ou espaço para a cultura de interesse, em decorrência da convivência com plantas daninhas em ambientes com recursos limitados. De acordo com Davies (1987), as plantas daninhas diminuem a disponibilidade de água no solo, aumentando a evapotranspiração, além de interceptarem parte da chuva, retendo-a acima da superfície do solo, perdendo-se por evaporação ou ficando retida no mesófilo foliar.

Segundo Pitelli (1985), apesar de a luz ser um recurso inesgotável, portanto, à primeira vista, não passível de competição, o crescimento inicial diferenciado entre plantas pode permitir com que uma das espécies competidoras impeça que a outra tenha acesso a este recurso devido ao sombreamento. De acordo com Pitelli e Marchi (1991), em muitas situações, os teores de nutrientes nas culturas são pouco alterados devido à competição com as plantas daninhas; porém, deve considerar-se que a quantidade de nutrientes absorvida pela cultura é bastante reduzida, reflexo do menor acúmulo de biomassa.

A alelopatia, de maneira geral, pode ser definida como efeitos detrimenais (ou mesmo positivos) de plantas de uma espécie sobre outras plantas da mesma ou de outras espécies por meio da liberação de substâncias químicas no ambiente. O parasitismo pode ser definido como um efeito negativo causado por uma planta que se beneficia da outra por meio da sucção de sua seiva orgânica. A alelomeadiação, por sua vez, pode ser definida como a modificação do ambiente físico ou biológico com reflexo nos seres vizinhos. No caso específico do capim-amargoso, não há relatos na literatura a respeito de efeito alelopático e/ou efeito alelomeadiador da planta, tampouco parasítico.

O conjunto de ações negativas causadas pela presença

de plantas daninhas, denominado de interferência, é um dos fatores mais importantes na limitação da produtividade e da qualidade do produto das culturas agrícolas (PITELLI, 1985). O grau da interferência imposta pelas plantas daninhas sobre as culturas de interesse agrícola é definido por diversos fatores, que inicialmente foram esquematizados por Bleasdale (1960), com posterior modificação de Blanco (1972) e adaptação de Pitelli (1985). O grau de interferência depende de fatores ligados à cultura (cultivar, espaçamento e densidade de semeadura), à comunidade de plantas daninhas (composição específica, densidade e distribuição), ao ambiente (solo, clima e manejo cultural) e à época e extensão do período em que cultura e comunidade infestante convivem no mesmo ambiente.

O uso de cultivares com crescimento inicial mais rápido, espaçamentos mais estreitos e densidades mais altas de semeadura podem dar vantagem competitiva para as culturas em relação às plantas daninhas. Em contrapartida, uma comunidade infestante com plantas mais competitivas, em maior densidade e distribuídas por toda a área de produção tende a afetar mais a produtividade das culturas. Além disso, as condições ambientais são fundamentais nas relações de interferência entre culturas e plantas daninhas, sendo que o plantio de culturas em épocas

adequadas também pode dar vantagem competitiva à cultura. Contudo, é evidente que sempre haverá plantas daninhas nas áreas produtivas, em maior ou menor diversidade e/ou riqueza. Assim, independentemente se a comunidade infestante é mais ou menos competitiva, a convivência com a cultura durante o período crítico de interferência pode acarretar redução de produção, desde que a densidade crítica para interferência seja alcançada.

TIPOS DE ESTUDOS ECOLÓGICOS

Os estudos ecológicos de comunidades infestantes são de suma importância para o desenvolvimento de programas de manejo de plantas daninhas em razão dessa vegetação ser consequência das condições ecológicas promovidas artificialmente pelo homem nos agroecossistemas (BLANCO, 1972). Segundo Erasmo et al. (2004), as comunidades infestantes modificam sua composição e densidade populacional em função do tipo de manejo empregado, sendo que, de acordo com Kuva et al. (2000), esse é um dos fatores mais críticos do processo de produção agrícola.

Estudos ecológicos em agroecossistemas têm sido realizados por meio do estudo da interferência das plantas daninhas sobre as culturas agrícolas e do estudo de índices fitossociológicos das comunidades infestantes. O estudo da interferência tem tido como base, principalmente, a determinação dos períodos onde a produção das culturas é mais afetada pela competição imposta pelas plantas daninhas. Por sua vez, o estudo dos índices fitossociológicos tem tido como base, principalmente, a determinação das espécies de plantas daninhas mais importantes que ocorrem nas áreas de produção agrícola.

Estudo da composição específica

Estudar a composição específica, ou seja, identificar corretamente as espécies que se encontram em determinada área é de fundamental importância para a escolha do melhor método de manejo das plantas daninhas ou mesmo auxiliar na escolha de um herbicida adequado para o controle das infestantes. Por exemplo, *Digitaria horizonthalis* Willd., *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel. e *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. são espécies muito parecidas e de difícil diferenciação, mesmo por especialistas. A identificação taxonômica das espécies só é possível com utilização de uma lente de aumento de no mínimo 25 vezes, sendo realizadas, principalmente, com base nas características morfológicas das espiguetas (DIAS et al., 2005). Além disso, segundo Cortez et al. (2002), citados por Christoffoleti e Ovejero (2004), foram identificados biótipos de *D. ciliaris* que apresentavam diferentes níveis de resistência aos herbicidas inibidores da ACCase. Portanto, a identificação incorreta da espécie pode trazer problemas de eficácia no seu manejo.

A composição das comunidades infestantes em um agroecossistema é dependente das características de solo, clima e das práticas agrícolas, tais como o manejo de solo e a aplicação de herbicidas (GODOY et al., 1995; VOLL et al., 2001). Sendo

assim, essas comunidades podem variar sua composição também em função do tipo e da intensidade dos tratamentos culturais impostos, tornando o reconhecimento das espécies presentes fundamental, levando-se em consideração o custo financeiro e ambiental dos métodos de manejo adotados (ERASMO et al., 2004). Segundo os autores, é importante investir em métodos que auxiliem no conhecimento das comunidades infestantes para que a escolha do herbicida a ser utilizado no manejo das plantas daninhas seja adequada.

Estudo dos índices fitossociológicos

Para avaliar a composição específica de comunidades de plantas em agroecossistemas, um dos métodos mais utilizados é o estudo dos índices fitossociológicos (MARTINS, 1985). Segundo o pesquisador, esse estudo pode ser conceituado como a ecologia da comunidade vegetal, envolvendo as inter-relações das espécies vegetais no espaço e, de certo modo, no tempo, ou seja, é o estudo da comunidade de plantas existente em determinado fragmento da biosfera e as relações entre as populações de plantas que compõem essa comunidade vegetal.

Alguns dos índices fitossociológicos mais utilizados na avaliação da composição de comunidades infestantes são citados

por Pitelli (2000), como:

i) *Densidade de indivíduos*

Refere-se ao número de indivíduos de uma espécie por unidade de superfície e permite analisar qual(is) espécie(s) é(são) mais numerosa em determinado instante da comunidade.

ii) *Densidade relativa ou Abundância relativa*

Refere-se à percentagem de indivíduos de uma mesma espécie em relação ao total de indivíduos da comunidade. Dá idéia da participação, em termos numéricos, de uma população na comunidade.

iii) *Frequência ou Constância absoluta*

Refere-se à intensidade de ocorrência de uma espécie nos segmentos geográficos da comunidade. É expressa em termos de percentagem de amostras em que os indivíduos da espécie foram detectados em relação ao número total de amostras efetuadas. Permite avaliar qual(is) população(ões) ocorre(m) com maior frequência na comunidade.

iv) *Frequência relativa ou Constância relativa*

Refere-se à percentagem que representa a frequência de uma espécie em relação à soma das frequências de todas as

espécies que constituem a comunidade e dá uma idéia da participação, em termos de frequência de ocorrência, de uma população na comunidade.

v) *Dominância*

Exprime a influência de uma espécie em relação à comunidade. Esse é um parâmetro muito difícil de ser avaliado, devido à complexidade de fatores envolvidos na avaliação da atuação de uma espécie em relação a uma comunidade. No caso de comunidades infestantes de agroecossistemas, aceita-se que as espécies que detenham maiores acúmulos de matéria seca influenciem, em maior grau, no comportamento da comunidade.

vi) *Dominância relativa*

Considera-se dominância relativa de uma população a relação entre a biomassa da matéria seca acumulada pela espécie em relação à biomassa da matéria seca acumulada pela comunidade infestante e dá uma idéia da participação, em termos de acúmulo de biomassa, de uma população na comunidade.

vii) *Índice de valor de importância*

É um índice complexo que envolve três fatores fundamentais na determinação da importância relativa de uma espécie em

relação à comunidade: a densidade relativa, ou seja, o que a população representa para a comunidade, em termos de número de indivíduos; a frequência relativa, ou seja, a facilidade em que indivíduos da espécie são detectados na área, comparados com as outras populações; e a dominância relativa, ou seja, o que representa a população em termos da biomassa acumulada pela comunidade. Assim, o índice de valor de importância é calculado pela somatória da densidade relativa mais a frequência relativa mais a dominância relativa de cada população.

viii) *Importância relativa*

Refere-se ao que representa o valor da importância de uma espécie em relação à somatória dos valores de importância de todas as populações da comunidade e expressa quais são as espécies infestantes mais importantes na área, sendo que, cada população tem seu comportamento majoritário na determinação de sua importância relativa na área de estudo.

O estudo de índices fitossociológicos permite comparar as populações de plantas daninhas num determinado momento da comunidade infestante, sendo que suas repetições programadas podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, e essas variações podem estar associadas às

práticas agrícolas adotadas (PITELLI, 2000). De acordo com o autor, a análise do componente mais afetado (densidade, frequência ou dominância relativa) pode fornecer evidências da forma de atuação do agente de pressão ambiental contra as populações prejudicadas.

Dessa maneira, os índices fitossociológicos são importantes para analisar o impacto que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas (PITELLI, 2000).

Portanto, a avaliação dos índices fitossociológicos das comunidades infestantes em agroecossistemas é uma ferramenta que, se usada adequadamente, permite fazer várias inferências sobre as espécies componentes dessas comunidades (ERASMO et al., 2004) e, assim, estabelecer uma estratégia adequada de seu manejo dessa flora infestante.

De acordo com Fernández-Quintanilla et al. (1991), numa comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies têm a mesma importância ou igual participação na interferência imposta ao desenvolvimento e produção da cultura, sendo que, normalmente, existem três ou quatro espécies que ocasionam a maior parte dos danos. A análise do parâmetro fitossociológico

de importância relativa permite a verificação das espécies mais importantes nas áreas avaliadas.

Estudo da distribuição espacial

A distribuição espacial refere-se à localização geográfica dos indivíduos de uma população na área ocupada pela comunidade (PITELLI, 2000). Segundo o autor, esta distribuição é, em parte, resultado das ações do meio sobre os indivíduos e, em parte, a certas condições intrínsecas de cada população, especialmente ligadas à biologia reprodutiva e à susceptibilidade a um ou mais fatores ecológicos.

A distribuição das plantas daninhas no agroecossistema pode ser estudada calculando-se o índice de agregação (IA) das espécies. Este índice nada mais é do que a relação da variância dos dados em relação a sua média, cujo cálculo é feito dividindo a variância pela média. Quando a variância for menor ou igual à média, ou seja, $IA \leq 1$, a distribuição é considerada casualizada. Quando a variância for maior que a média, ou seja, $IA > 1$, a distribuição é considerada agregada. Quando a variância é 0, ou seja $IA = 0$, a distribuição é uniforme.

Segundo Pitelli (2000), o estudo da distribuição espacial permite inferir a respeito da eficácia de métodos de controle, es-

estratégias de manejo, medidas preventivas de controle, manejo de populações resistentes e outras aplicações práticas.

Estudo da diversidade

No estudo das comunidades bióticas, um dos parâmetros mais importantes para sua análise é uma medida da diversidade de espécies (PITELLI, 2006). A diversidade de plantas daninhas das comunidades infestantes pode ser medida por meio dos índices de diversidade e equitatividade citados por (PINTO-COELHO, 2000), como os de Simpson ou Shannon-Wiener. A análise desses índices permite avaliar a equidade entre comunidades vegetais, ou seja, o “equilíbrio” das populações de plantas nas comunidades.

A análise da diversidade em comunidades bióticas considera, basicamente, o número de populações presentes e a participação percentual de cada população na comunidade. De acordo com Pinto-Coelho (2000), os índices de diversidade são máximos quando todas as populações têm a mesma participação na comunidade, ou seja, a equitatividade das populações é máxima. Por outro lado, o índice de equitatividade tende a zero quando uma espécie domina amplamente a comunidade (DAJOZ, 2006).

Estudo da similaridade

O estudo da similaridade permite comparar as composições específicas de comunidades vegetais entre áreas e épocas distintas. Essa comparação pode ser efetuada utilizando-se os índices de similaridade citados por Pitelli (2006), dentre eles, Sorensen & Dice, Jaccard, Anderberg e Ochiai, que consideram o número de espécies presentes em cada comunidade, ou de Rogers & Tanimoto, “Simple Matching”, Russel & Rao e Ochiai II, que consideram além das presentes, as espécies ausentes. Os valores dos índices variam de 0 a 1, sendo máximo quando todas as espécies são comuns e mínimo quando não há espécies comuns (ODUM, 1985).

Estudo dos períodos críticos de interferência

O grau de interferência entre uma cultura agrícola e a comunidade de plantas daninhas que a infesta é determinado por diversos fatores. Esses fatores foram inicialmente esquematizados por Bleasdale (1960), modificado por Blanco (1972) e adaptado por Pitelli (1985). Os fatores ligados à interferência entre plantas daninhas e culturas agrícolas dependem de fatores ligados à cultura (cultivar, espaçamento e densidade de semeadu-

ra), à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), ao ambiente (solo, clima e manejo cultural) e à época e extensão do período de convivência da cultura com a comunidade de plantas daninhas. O grau de manifestação de cada fator e das interações entre esses fatores é muito variável frente a algumas condições de ordem climática, edáfica e cultural, nas quais o experimento foi conduzido (PITELLI, 1980).

Portanto, sendo a comunidade infestante composta por indivíduos distintos e por muitas espécies diferentes, a resposta de cada um às variações edafo-climáticas, das diferentes regiões, determina mudanças no equilíbrio da comunidade e, também, da própria cultura, influenciando o balanço competitivo (PITELLI, 1987). De acordo com o autor, o mesmo é válido em relação às práticas culturais empregadas, afetando profundamente o balanço das interferências entre cultura e comunidade infestante, como, por exemplo, o fato da aplicação de adubação excessiva contribuir para um crescimento vigoroso das plantas daninhas.

Um dos fatores mais importantes que afetam o grau de interferência entre as plantas daninhas e as culturas agrícolas é o período em que elas, conjuntamente, disputam os recursos limitados do meio (PITELLI, 1985).

As culturas agrícolas podem conviver com as comunidades de plantas daninhas que as infestam por um determinado período a partir do plantio ou da emergência, sem perda de produtividade (PITELLI; DURIGAN, 1984). Segundo os autores, nesse período, a mobilização dos recursos pela cultura e comunidade infestante é baixa e não suplanta a capacidade do meio em disponibilizá-los. Esse período foi definido, pelos pesquisadores, como o Período Anterior à Interferência (PAI) e seu final reflete o momento em que a disponibilidade de um ou mais recursos essenciais à cultura é suplantado pelo recrutamento das plantas daninhas presentes na área.

Há um período no final do ciclo das culturas agrícolas em que o controle da comunidade infestante não produzirá qualquer benefício à produtividade (PITELLI; DURIGAN, 1984). Segundo os autores, as plantas daninhas que emergirem nesse período não atingirão crescimento suficiente para entrar em competição com a cultura, a qual já está em fase avançada do ciclo de desenvolvimento e já mobilizou grande parte dos recursos necessários para completar o ciclo agrícola. O período compreendido desde o plantio ou a emergência até o início do período mencionado acima foi definido, pelos pesquisadores, como o Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI), e indica, na prática, o

período em que as capinas ou o poder residual dos herbicidas devem abranger.

O período situado entre os finais do PAI e do PTPI é denominado de Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) (PITELLI; DURIGAN, 1984). Esse período foi definido pelos autores e indica o período crítico para aplicação de medidas de controle das comunidades infestantes, que se não for realizado, pode acarretar perdas intensas de produtividade, pois, segundo Kavaliauskaitė e Bobinas (2006), refere-se aos estádios de crescimento das culturas agrícolas que são mais vulneráveis à competição imposta pelas plantas daninhas. Na prática, esse período pode ser definido como o número de semanas em que a cultura deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas para prevenir perdas de produtividades maiores que 5% (HALL et al., 1992; VAN ACKER et al., 1993; KNEZEVIC et al., 1994). Para Pitelli (1985), a aplicação prática do PCPI visa o controle da comunidade infestante, antes que a interferência se instale de maneira definitiva, até o momento em que as plantas daninhas que vierem a emergir posteriormente não mais interfiram na produtividade da cultura.

Esses são considerados os períodos críticos de interferência das plantas daninhas sobre as culturas agrícolas. O co-

nhocimento desses períodos, em parte, reflete a adequação das condições de implantação e manejo da cultura (PITELLI, 1985). Segundo o pesquisador, plantas vigorosas, plantadas na época correta e com adubação adequada, tanto em dosagem quanto na localização dos fertilizantes, tendem a apresentar maiores valores de PAI e menores valores de PTPI, permitindo que o agricultor tenha maior versatilidade em termos de época de controle das plantas daninhas. Quando o valor do PAI for menor que o do PTPI, o controle das plantas daninhas deve ser realizado a partir do final do primeiro até o final do segundo período; enquanto que, quando o PAI for maior que o PTPI, um único controle em qualquer época entre os períodos será suficiente para prevenir perdas significativas de produtividade (PITELLI; PITELLI, 2004).

Para o estabelecimento de programas de manejo de comunidades infestantes em agroecossistemas é fundamental que se conheça o comportamento das culturas, das plantas daninhas e, principalmente, da interação entre culturas e comunidades infestantes (SCHEIDE, 1992). Nessa interação, destaca-se a necessidade da determinação do período em que a interferência imposta pelas plantas daninhas torna-se crítica para a produtividade da cultura (ou seja, o PCPI), para que assim se possa justificar a adoção de determinada medida de controle, sabendo

que, o conhecimento desse período auxilia na determinação da época mais apropriada a ser realizado o controle das plantas daninhas, na escolha dos métodos de manejo mais adequados (manual, mecânico e/ou químico) e na estimação de perdas na produção (AZZI, 1970).

Os trabalhos de pesquisa que abordam a determinação do período crítico de interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas seguem, normalmente, estilo clássico com períodos crescentes, a partir da emergência, em que a cultura é mantida livre ou na presença da comunidade infestante (DEUBER; FORSTER, 1975). Isso se deve pelo fato, segundo os autores, de que a extensão do período crítico depende da habilidade competitiva da cultura e da infestação de plantas daninhas. Por meio desse esquema, pode-se determinar o PAI e o PTPI (PITELLI, 1985) e, assim, estimar o PCPI.

EXEMPLOS PRÁTICOS

A primeira etapa do estudo ecológico em agroecossistemas é atribuir uma metodologia de amostragem correta. Portanto, deve-se, inicialmente, saber qual o tamanho da área amostral e qual a área mínima que deve ser amostrada.

O tamanho da área amostral é importante em função do porte das plantas que podem ser amostradas. Além disso, é relevante para amostragem de plantas rastejantes, trepadeiras e que perfilham intensamente. Em qualquer um dos casos, com uma área amostral muito pequena pode não ser possível mensurar tais plantas.

Caso a intenção seja amostrar plantas de pequeno porte, uma área amostral de $0,25 \text{ m}^2$ ou $0,5 \text{ m}^2$ é adequada. Porém, se a amostragem for de plantas maiores, o ideal é ter uma área amostral de no mínimo 1 m^2 .

Definida a área amostral, o próximo passo é definir qual a área mínima que se deve amostrar para ter uma representatividade significativa das espécies que ocorrem no agroecossistema a ser analisado. Para isso, sugere-se o método dos quadrados isolados. Este método baseia-se no lançamento de quadrados amostrais totalmente ao acaso e em toda a área do agroecossis-

tema, visando amostrar todas as espécies presentes. Dessa maneira, em cada lançamento do quadrado de amostragem, as espécies devem ser identificadas, para o estudo da composição específica inicial, e catalogadas pelo amostrador. Este procedimento de amostragem deve ser repetido até que novas espécies não sejam identificadas. Com isto, uma tabela relacionando número de amostragens e espécies deve ser criada, como abaixo:

Espécies	Amostra 1	Amostra 2	...	Amostra n
Espécie 1	*	*		
Espécie 2		*		
...				
Espécie n				*

O próximo passo é construir uma tabela auxiliar. Sorteando um número da amostra (p.ex. Amostra 2) e anotando quais espécies estão contidas nesta amostra. Em seguida, deve-se dobrar a área amostrada, ou seja, sortear mais uma amostra (p.ex. Amostra 10), excluindo àquela que já foi amostrada, e anotar as espécies novas. Depois, dobrar a área amostrada, ou seja, sortear mais duas amostras (p.ex. Amostras 8 e 16) e anotar as espécies. Mais uma vez dobrar a área amostrada, sorteando quatro novas amostras; depois mais oito amostras; depois

Exemplos práticos

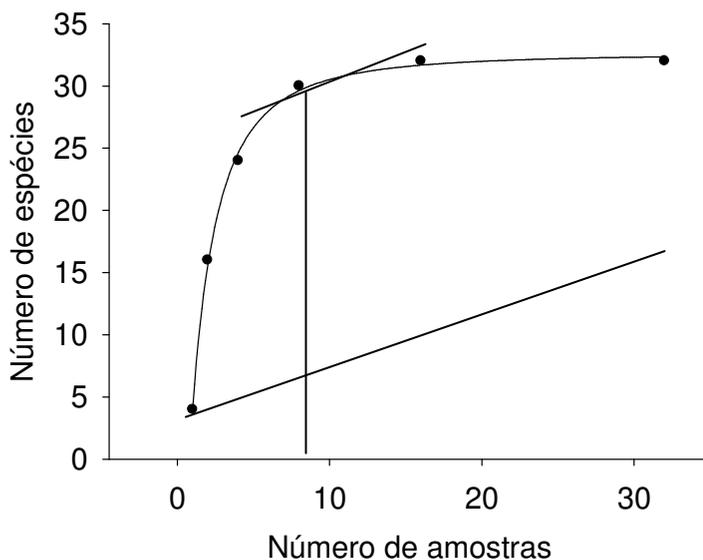
mais 16 amostras, e assim por diante, até completar todas as amostragens feitas. Portanto, constrói-se uma tabela como abaixo:

Quadrados Totais	Amostras	Espécies	Total de espécies
1	2	Esp 1, Esp6 e Esp 14	3
1	5	Esp 21, Esp 31 e Esp 3	6
2	12 e 15	Esp 4, Esp 12, Esp 41...	15
4	9, 13, 18 e 22	Esp 22	26
...
n	n	Nenhuma espécie nova	26

Posteriormente, deve-se construir um gráfico utilizando esta tabela auxiliar, onde o eixo X é o número de amostragens e o eixo Y é o número de espécies, com ajuste hiperbólico, como na página seguinte.

No exemplo, o número máximo de espécies é 32. Portanto, traça-se uma linha da base da curva hiperbólica até a metade

do número total de espécie (método europeu). Em seguida, traça-se uma linha paralela a essa primeira até tangenciar a curva hiberbólica. Na intersecção da linha com a curva, desce-se outra linha até cruzar o eixo X, definindo o número mínimo de amostras. Neste caso específico, em trono de 9 amostras.



A construção da tabela auxiliar deve ser feita ao menos três vezes para a determinação de, no mínimo, 3 áreas mínimas de amostragem. Depois, faz-se a média das três áreas e define-se o número mínimo de lançamentos dos quadrados de amostragem a ser realizados para uma perfeita amostragem da área a

ser estudada. Com isto, já se podem iniciar os estudos ecológicos em agroecossistemas, sem qualquer problema de amostragem.

O primeiro estudo citado foi o da composição específica, sendo indispensável o auxílio de um profissional qualificado para identificar as espécies. Com isso, os quadrados amostrais devem ser lançados ao acaso, em toda a área a ser estudada, e em número mínimo determinado anteriormente. Em cada amostra coletada, devem ser anotados a espécie e o número de indivíduos por espécie, além disso, e se possível, as plantas devem ser acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas ao laboratório para devida secagem. Com isto, podemos ter dados sobre frequência de ocorrência das espécies, densidade populacional e massa seca acumulada pelas populações, os quais serão utilizados no estudo dos índices fitossociológicos. Os índices de constância relativa, densidade relativa, dominância relativa e importância relativa podem ser calculados com as fórmulas propostas por Mueller-Dombois e Elleberg (1974).

A constância relativa é calcula pela fórmula:

$$\text{Co.R.} = \frac{(n_i/n)_p}{\sum [(n_i/n)_p]} \times 100$$

em que: n_i indica o número de amostragens em que foram detectados indivíduos de uma mesma espécie; n indica o número de amostragens realizadas no tratamento específico. Obs.: a letra p indica população.

A densidade relativa é calculada pela fórmula:

$$De.R. = \frac{De_p}{\sum (De_p)} \times 100$$

A dominância relativa é calculada pela fórmula:

$$Do.R. = \frac{MS_p}{\sum (MS_p)} \times 100$$

A importância relativa é calculada pela fórmula:

$$I.R. = \frac{(Co.R. + De.R. + Do.R.)_p}{\sum [(Co.R. + De.R. + Do.R.)_p]} \times 100$$

Obs.: a letra p indica população.

Com isto, constrói-se uma tabela, indicando as espécies e os relativos índices fitossociológicos para cada espécie, como na página seguinte.

Mais importante que construir a tabela é interpretá-la. Ob-

Exemplos práticos

servando a última coluna da tabela, I.R., conseguimos identificar a espécie mais importante, que é aquela com maior importância relativa. Neste caso, com I.R. de 44,2%, a Esp 4 é a mais importante. Por quê? Vamos observar os outros índices. Em dois deles, Co.R. e De.R., esta espécie destacou-se em relação às demais, embora tenha apresentado pouca Do.R. em relação à Esp 1. Portanto, a Esp 1 foi mais importante na comunidade infestante, pois ocorreu com maior frequência e em grande número de indivíduos, em relação às demais espécies.

Espécie	Co.R.	De.R.	Do.R.	I.R.
Esp 1	25,0	4,0	70,0	33,0
Esp 2	25,0	4,0	10,0	13,0
Esp 3	12,5	12,0	5,0	9,8
Esp 4	67,5	80,0	15,0	44,2

Ainda, a pesar da Esp 1 ter apresentado alta Do.R., ou seja, grande acúmulo de biomassa, o baixo número de indivíduos, principalmente, e a média frequência de ocorrência a torna menos importante que a Esp 4. Pensamento semelhante deve-se ter para interpretar a participação das demais espécies na comunidade infestante.

A constância relativa, por si só, nos dá uma ideia da dis-

tribuição comparativa das espécies na área. Uma espécie com maior Co.R. muito provavelmente apresenta-se distribuída de maneira menos agregada (ou mais casualizada), uma vez que a distribuição uniforme não ocorre comumente em agroecossistemas e, quando é detectada, deve-se, provavelmente, a erro na área mínima amostral. Para determinar o grau de agregação das espécies é recomendável o cálculo do índice de agregação.

Como descrito, o índice de agregação é expresso pela relação da variância com a média. Com isso, pode-se construir uma tabela relacionando a espécie com o valor do índice de agregação (IA), como a seguir.

Espécies	Índice de agregação
Esp 1	10
Esp 2	5
Esp 3	2
Esp 4	0,6

Também, mas importante que os valores é sua interpretação. Nesse sentido, nota-se que Esp 1 apresenta maior IA, sendo, portanto, a espécie que apresenta distribuição mais agregada, seguida por Esp 2, Esp 3 e Esp 4, respectivamente. Isto indica que o número de indivíduos encontrado da Esp 1 va-

riu muito em relação às amostragens, por isso seu IA foi tão alto. Segundo a teoria, Esp 1, 2 e 3 apresentam-se distribuídas de maneira agregada, ou seja, IA maior que 1, enquanto Esp 4 está distribuída de maneira casualizada, maior que 0 e menor ou igual a 1. Na prática, maior o valor de IA indica que a espécie ocorre em reboleiras na área. Quando isto ocorre, normalmente a espécie apresenta sementes grandes e de dispersão difícil (não pelo vento, p.ex.). Assim, as sementes produzidas são lançadas sempre perto da planta mãe. O contrário pode-se pensar a respeito de plantas com IAs baixos.

O estudo da diversidade pode ser feito para comparar duas áreas com o mesmo manejo, mas com problemas distintos de controle de plantas daninhas, ou duas áreas com o mesmo problema, mas com tipos de manejo distintos, além de outros casos. Com isso é possível saber se o manejo adotado está sendo adequado ou não. O índice de diversidade (H) e o de equitatividade (E) podem ser usados para este estudo. Veja o exemplo que será usado nas páginas seguintes. O problema é o mesmo: alta infestação de plantas daninhas. Na Área A foi adotado um tipo de manejo distinto da Área B. A primeira avaliação foi feita antes da adoção da estratégia de manejo (início) e a segunda após a adoção (final).

Neste exemplo, o cálculo do H e do E foi feito com base no número de indivíduos, mas lembre-se que pode ser feito ainda em função da frequência, da dominância e da importância relativa.

O índice de diversidade é calculado pela fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^s [p_i \cdot \ln(p_i)]$$

onde: **s** é o número de espécies e **p_i** é a densidade, dominância ou importância relativa de cada população constituinte da comunidade infestante.

O índice de equitatividade é calculado pela fórmula:

$$E' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

onde: **H'** é o índice de diversidade de Shannon-Wiener; **H'_{max}** é o índice de diversidade máximo, obtido quando as populações têm a mesma participação relativa na comunidade.

Além disso, para este exemplo, deve-se ressaltar que o número de espécies presentes, ou seja, a riqueza de espécies, foi considerada a mesma nas duas áreas para que não exerça influência direta no cálculo de H e E, uma vez que o número de

Exemplos práticos

espécies é um dos parâmetros da fórmula.

Vejamos o exemplo na tabela a seguir.

Avaliações	Áreas	H	E
Início	A	6	0,7
Final	A	5	0,4
Início	B	7	0,8
Final	B	3	0,7

Primeiramente, nota-se que, no início, a Área B tinha uma diversidade maior em relação à Área A. Isto indica que, como o número de espécies é o mesmo, há um maior desequilíbrio entre as espécies na Área A. Este desequilíbrio nada mais é do que uma maior variância ou heterogeneidade no número de indivíduos de alguma(s) espécie(s) presentes nesta área, e que pode ser verificado analisando o E. Quando o E é maior, como na Área B, o equilíbrio (ou menor variância ou maior homogeneidade) entre o número de indivíduos das diferentes espécies é maior.

Ao final da adoção das estratégias de controle, nota-se que houve uma diminuição leve no H, mas alta no E, na Área A. Isto indica que a o número de espécies encontradas não se alterou ou alterou-se muito pouco (verificado pelo H), porém o número de indivíduos dentro de cada espécie foi muito alterado

(verificado pelo E). Com isso, pode-se concluir que a estratégia de controle adotada afetou poucas espécies, não sendo, portanto, muito eficaz no manejo desta comunidade de plantas daninhas.

Já na Área B, houve uma redução grande no H, mas muito pequena no E. Isto indica que o número de espécies foi reduzido (verificando H), porém o equilíbrio entre as espécies restantes foi muito pouco alterado (verificando E). Com isso pode-se concluir que a estratégia de manejo adotada foi muito eficaz no controle de algumas espécies de plantas daninhas.

Dessa maneira, comparativamente, o manejo adotado na Área B foi muito mais eficiente no controle das plantas daninhas do que o manejo adotado na Área A.

Outro estudo interessante, como foi descrito, é o da similaridade, que permite inferir sobre a semelhança na composição específica entre comunidades infestantes.

Vários são os índices de similaridade, calculados por diferentes fórmulas descritas a seguir.

$$\text{Jaccard} = \frac{C}{A + B + C}$$

$$\text{Sorensen \& Dice} = \frac{2 * C}{A + B + 2 * C}$$

Exemplos práticos

$$\text{"Simple Matching"} = \frac{C + D}{A + B + C + D}$$

$$\text{Rogers \& Tanimoto} = \frac{C + D}{2 * (A + B) + C + D}$$

$$\text{Ochiai} = \frac{C}{\sqrt{(A + C) * (B + C)}}$$

$$\text{Ochiai II} = \frac{C * D}{\sqrt{(A + C) * (B + C) * (A + D) * (B + D)}}$$

onde: **A** indica presença na época 1 e ausência na época 2; **B** indica ausência na época 1 e presença na época 2; **C** indica presença nas épocas 1 e 2; **D** indica ausência nas épocas 1 e 2.

Este estudo pode ser usado para o mesmo tipo de comparação feita pelo estudo da diversidade e equitatividade, porém o índice é calculado sempre em função de uma comparação entre duas situações, sejam elas quais forem.

Tendo como exemplo a mesma situação anterior, constrói-se a tabela a seguir.

Avaliações	J*
Início	1,0
Final	0,6

* J é o índice de Jaccard.

Considerando a mesma situação do exemplo de H e E, a diferença encontrada entre os dois manejos pode também ser detectada pelo índice de similaridade. No início, apresentando as mesmas espécies, o valor de J é de 1, ou seja, 100% de similaridade entre as Áreas A e B. Porém, após a adoção do manejo, verifica-se que J cai para 0,6, ou seja, a similaridade entre as áreas cai para 60%. Com isso, conclui-se que o manejo adotado afetou a composição específica de pelo menos uma das áreas, influenciando na similaridade entre elas. Contudo, não se pode afirmar em qual área houve a redução.

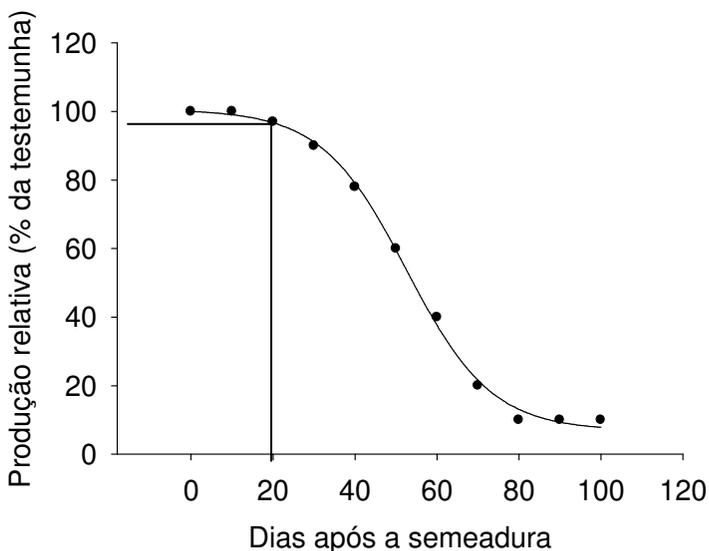
Por fim, um dos estudos ecológicos mais utilizados em agroecossistemas é o dos períodos críticos de interferência. Teoricamente descrito para avaliar a influencia de períodos de convivência sobre a produtividade de culturas, também tem sido utilizado para avaliar outras características de crescimento e produção.

Para a determinação clássica de PAI, PTPI e PCPI, como foi descrito, utiliza-se a manutenção da cultura em convivência com as plantas daninhas por períodos que se estendem do início do ciclo (semeadura ou emergência) até a colheita (PAI); ou a manutenção da cultura livre da convivência (controle) com as plantas daninhas pelos mesmos períodos (PTPI). Após a co-

Exemplos práticos

lheita, os dados de produtividade são submetidos à análise de regressão por um modelo que descreva uma sigmóide. Em seguida, adota-se uma redução aceitável de produtividade e calculam-se PAI e PTPI. Quando PTPI é maior que PAI, a diferença entre eles expressa o PCPI. Quando PTPI é menor que PAI, apenas um controle entre estes dois períodos é suficiente para garantir a produtividade da cultura, dentro do limite aceitável de perda de produção.

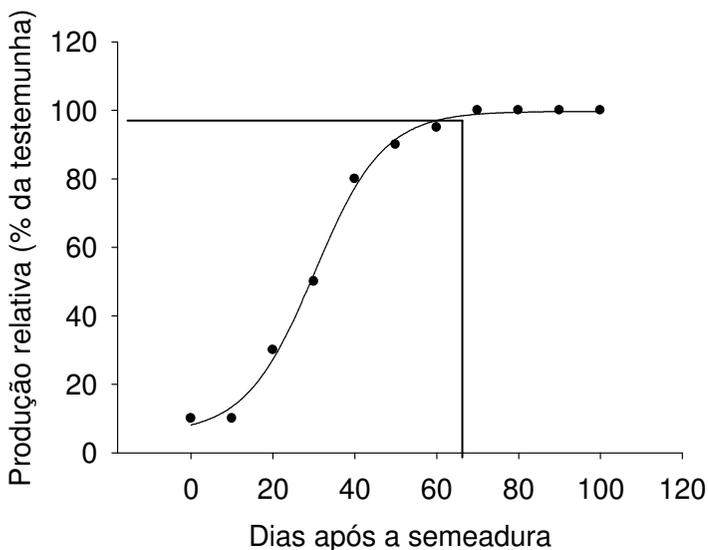
Veja o exemplo da determinação de PAI no gráfico a seguir, adotando-se 5% de perdas aceitáveis.



Neste caso, uma convivência das plantas daninhas com a

cultura por mais de 19 dias após a semeadura causa redução maior de 5% na produtividade. Portanto, em teoria, as plantas daninhas não precisam ser controladas até os 19 dias após a semeadura, pois não causam prejuízos significativos na produtividade da cultura.

Veja o exemplo da determinação de PTPI no gráfico a seguir, adotando-se 5% de perdas aceitáveis.



Neste caso, o controle das plantas daninhas até 65 dias após a semeadura garante que perdas maiores que 5% na produtividade da cultura não ocorram. Portanto, em teoria, as plantas daninhas não precisam ser controladas após 65 dias após a

Exemplos práticos

semeadura, pois não causam prejuízos significativos na produtividade da cultura.

Juntando as informações do PAI (não necessita controle até 19 dias) e do PTPI (não necessita controle após 65 dias), nota-se que há uma lacuna de tempo entre 19 e 65 dias em que as plantas daninhas devem ser controladas para que perdas maiores de 5% na produtividade não ocorram, sendo este o PTPI.

Como verificado, cada tipo de estudo permite inferências a respeito de determinada característica das comunidades infestantes. Por isso, é recomendável que se façam todos estes estudos para uma ampla avaliação da situação das comunidades de plantas daninhas, garantindo informações mais precisas e detalhadas para que se possa adotar uma estratégia de controle mais eficaz no manejo das plantas daninhas e para avaliara se as estratégias utilizadas estão surtindo os resultados esperados.

DISPOSIÇÕES FINAIS

Os estudos ecológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas devem ser realizados em diferentes regiões produtoras e épocas de cultivo, sendo que seus resultados não devem ser extrapolados para áreas ou culturas agrícolas distintas. Nessas situações, deve-se considerar que, além das condições edáficas e climáticas, as práticas de manejo e os tratamentos culturais dispensados às culturas podem ser diferentes, assim como a capacidade competitiva da cultura em relação às plantas daninhas.

Além disso, há três outros fatores extremamente importantes que influenciam os resultados dos estudos ecológicos em agroecossistemas, sendo eles, a composição da comunidade infestante, a importância relativa das espécies que a compõe e a intensidade de infestação da área (PITELLI, 2000). Na Europa, durante anos sucessivos de cultivo da beterraba de mesa, Hewson e Roberts (1973) e Scott et al. (1979) observaram que a composição das comunidades infestantes e a densidade das populações presentes foram diferentes a cada ano. Comparando os trabalhos de Brito (1994), conduzido em Lavras, MG, e de Horta et al. (2004), conduzido em Maringá, PR, ambos com be-

terraba de mesa, verifica-se que a composição da comunidade infestante e a importância das espécies presentes foram diferentes nas duas épocas e regiões de cultivo. Todos esses autores relataram diferentes períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da beterraba. Esse resultado é comum também para outras culturas agrícolas e está evidenciado em publicações nessa área de estudo.

Os estudos ecológicos são importantes também para avaliar o manejo cultural que está sendo empregado na área de produção. Por exemplo, a época e extensão dos períodos críticos de interferência podem dar evidências quanto à adequação das condições de implantação e manejo das culturas, conforme anteriormente comentado. Além disso, a análise da densidade, dominância e importância relativa, e dos índices de diversidade, equitatividade e similaridade, fornece subsídios para que se possa avaliar a eficiência do método de manejo das plantas daninhas que está sendo empregado na área de produção.

Portando, é evidente que a adequação dos métodos de manejo das plantas daninhas varia em função da região e da época de produção. Dessa maneira, o desenvolvimento de estudos ecológicos em agroecossistemas auxilia na escolha da melhor estratégia de manejo das comunidades infestantes nesses

Disposições finais

ambientes, fornecendo subsídios aos técnicos para a tomada de decisão no controle das plantas daninhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988.
- AZZI, G.M. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.76, n.4, p.30-32, 1970.
- BAKER, H.G. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Palo Alto, v.5, p.1-24, 1974.
- BEBAWI, F.F.; FARAH, A.F. Effect of parasitic and non-parasitic weed on sorghum. **Experim. Agric.**, v.17, n.4, p.337-341, 1981.
- BLANCO, M.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **O Biológico**, Campinas, v.38, n.10, p.343-350, 1972.
- BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Backwell Scientific Publication, 1960. p.133-142.
- BRITO, C.E.F. **Período de interferência de plantas daninhas na produção de beterraba (*Beta vulgaris* L.) implantada através de semeadura direta**. 1994. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras,

1994.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; OVEJERO, R.F.L. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETTI, P.F. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2.ed. Campinas: HRAC-BR, 2004. p.3-22.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis: Vozes, 1983. 472p.

_____. **Princípios de ecologia**. 7.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 519p.

DAVIES, R.J. **Trees and weeds**: control for successful tree establishment. London: HSMO, 1987. p.36.

DEUBER, R.; FORSTER, R. **Competição mato x cebola**. Campinas: IAC, 1975. 21p. (Boletim Técnico 22).

DIAS, N.M.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; TORNISIELO, V.L. Identificação taxonômica de espécies de capim-colchão infestantes da cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e eficácia de herbicidas no controle de *Digitaria nuda*. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.389-396, 2005.

DUKE, S.O.; BELZ, R.G.; MACIAS, F.A.; MOLINILLO, J.M.G.; VARELA, R.M.; GALINDO, J.C.G. Allelopathy in crop/weed interactions: an update. Commentary. **Pest Manag. Sci.**, v.63, n.4, p.308-348, 2007.

Referências bibliográficas

ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas daninhas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

FERNANDEZ, O. Las malezas y su evolución. **Ciencia y Investigación**, San Marcos, v.39, n.1, p.49-60, 1979.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; SAAVEDRA, M.S.; GARCIA TORRES, L. Ecología de las malas hierbas. In: GARCIA TORRES, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas**. Madrid: Mundi-Prensa. 1991. p.49-69.

GODOY, G.; VEJA, J.; PITTY, A. El tipo de la branza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. **Revista Ceiba**, Ponce, v.36, n.2, p.217-299, 1995.

GRIME, J.P. **Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación**. México, D.F.: Noriega, 1979. 291p.

HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.J. The critical period of weed control in grain corn. **Weed Science**, Champaign, v.40, n.3, p.441-447, 1992.

HEWSON, R.T.; ROBERTS, H.A. Effects of weed competition for

- different periods on the growth and yield of red beet. **The Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.48, n.1, p.281-292, 1973.
- HORTA, A.C.S.; SANTOS, H.S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Interferência de plantas daninhas na beterraba transplantada e semeada diretamente. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.1, p.47-53, 2004.
- KAVALIAUSKAITĖ, D.; BOBINAS, Č. Determination of weed competition critical period in red beet. **Agronomy Research**, Tartu, v.4, p.217-220, 2006. (número especial). Disponível em: <<http://www.eau.ee/~agronomy/vol04Spec/p4S20.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2006.
- KNEZEVIC, S.Z.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v.42, n.3, p.568-573, 1994.
- KROSCHER, J. **A technical manual for parasitic weed research and extension**. Dordrecht: KAP, 2001. 256p.
- KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n.2, p.241-251, 2000.
- MARTINS, F.R. Esboço histórico da fitossociologia florestal no

Referências bibliográficas

- Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IBAMA, 1985. p.33-60.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974. 547p.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana. 1985. 434p.
- PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 252p.
- PITELLI, R.A. A vegetação ripária vista como ecótono e sua importância. In: BARBOSA, L.M. (Coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas**: com ênfase em matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2007a. p.29-36.
- _____. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v.4, n.12, p.1-24, 1987a.
- _____. **Efeitos do período de competição das plantas daninhas sobre a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e o teor de macronutrientes em suas sementes**. 1980. 89f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1980.

_____. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Consherb**, São Paulo, v.1, n.2, p.1-7, 2000.

_____. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

_____. Manejo e controle de invasoras em recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, L.M. (Coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas**: com ênfase em matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2007b. p.128-132.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, 1984. p.37.

PITELLI, R.A.; PAVANI, M.C.M.D. Feralidade e transgenéese. In: BORÉM, A. (Org.). **Biotecnologia e Meio Ambiente**. Viçosa: Folha de Viçosa, 2004. p.363-384.

PITELLI, R.A.; PITELLI, R.L.C.M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento

- Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.29-56.
- PITELLI, R.L.C.M. **Abordagens multivariadas no estudo da dinâmica de comunidades de macrófitas aquáticas**. 2006. 60f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006.
- PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. (Eds.). **The science of allelopathy**. New York: John Willey, 1986. p.203-218,
- RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589p.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic Press, 1974. 353p.
- SCHEIDE, A. **Estudo da evolução fitossociológica de uma comunidade infestante e do efeito da extensão do período de convivência sobre a produção da cultura da cebola transplantada**. 1992. 84f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1992.
- SCOTT, R.K.; WILCOCKSON, S.J.; MOISEY, F.R. The effects of time of weed removal on growth and yield of sugar beet. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.93, n.3, p.693-709, 1979.

- VAN ACKER, R.C.; SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Weed Science**, Champaign, v.41, n.1, p.194-200, 1993.
- VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A.M.; GRAZZIERO, D.L.P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.171-178, 2001.
- ZIMDAHL, R.L. **Weed-crop competition**: a review. 2.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2004. 220p.

ISBN
978-85-912712-0-7