

## Capítulo 1 - Introdução

Autores: Ribas Vidal, Augusto Kalsing, João Portugal,  
Francisco Skora Neto

A decisão do controle químico de infestantes deve ser fundamentada em informações científicas que permitam sustentabilidade técnica, ambiental, social e econômica. Na ausência de informações do impacto de cada espécie vegetal sobre a cultura, normalmente toma-se a decisão de manejo com base no nível de infestação (densidade, massa) de cada espécie presente na área, ou seja, decide-se pelo controle das plantas presentes em maiores densidades. Nem sempre esta decisão é a mais correta, pois algumas espécies são muito competitivas e, mesmo sob baixas infestações, causam prejuízos muito acentuados no rendimento da cultura. Esses fatos justificam a necessidade de se pesquisar o nível crítico de dano (NCD) das plantas daninhas nas culturas.

A definição detalhada do NCD será apresentada no Capítulo 2. Por ora, ressalta-se que NCD é um indicador do impacto de cada planta daninha no rendimento da cultura. Convém enfatizar que a redução na quantidade produzida não é o único prejuízo causado pelas plantas daninhas às culturas, mas, seguramente, é o aspecto mais estudado pela pesquisa na área. Acredita-se que, com o decorrer do tempo, o impacto das infestantes na qualidade dos produtos agrícolas terá cada vez mais destaque. O Capítulo 8 deste livro irá apresentar estudos do NCD na qualidade do tomate produzido sob competição com infestantes.

No presente capítulo será abordado o histórico do desenvolvimento do conceito do nível de dano econômico na Herbologia (Matologia). Na sequência, serão vistas algumas limitações do nível de dano econômico. Na conclusão, será apresentada a proposta de utilização do nível crítico de dano como modelo para auxiliar a decisão no manejo (gestão) de plantas daninhas em culturas anuais.

### 1.1 - Histórico

A utilização contínua e frequente de herbicidas para manejo de plantas daninhas intensificou-se a partir da década de 1950, com

a descoberta continuada de produtos seletivos para as culturas de arroz, milho, trigo e soja, entre outras. O método químico passou a predominar e a substituir os demais métodos (preventivo, cultural e físico/mecânico), devido a sua eficácia, facilidade de utilização, boa relação custo-benefício. Paralelamente a esta situação, a utilização de inseticidas e fungicidas nas lavouras, e também em pragas urbanas, também se intensificou a partir deste período.

Contudo, alguns efeitos colaterais do predomínio do método químico, tais como, persistência para lavouras subsequentes, deriva para lavouras vizinhas, contaminação do solo e da água e desenvolvimento de pragas resistentes chamaram a atenção da ciência. Para mitigar alguns desses problemas, os fundamentos do Manejo Integrado de Pragas começaram a ser desenvolvidos e destacaram a necessidade de integração de métodos de controle (Smith & Allen, 1954).

Um dos principais alicerces do Manejo Integrado de Pragas na entomologia é o conceito do nível de dano econômico (NDE) (Stern et al., 1959; Gerowitz & Heitefuss, 1990). O NDE representa aquela quantidade de insetos que causa prejuízo equivalente ao custo do seu controle. O NDE engloba fatores biológicos e econômicos e seu uso permite otimizar o lucro, de forma que é prática altamente difundida na gestão de insetos-praga (Kogan, 1998).

O desenvolvimento de diversos herbicidas seletivos de aplicação em pós-emergência no final da década de 1970, permitiu adaptar para a Herbologia o conceito de nível de dano econômico (NDE) (Cousens, 1985; Gerowitz & Heitefuss, 1990). O termo Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPd), específico para a Herbologia, também envolvia um critério de decisão para o controle das infestantes semelhante ao NDE (Baldwin & Santelmann, 1980).

Recentemente, a utilização do NDE seguindo o mesmo modelo da entomologia tem sido contestada na Herbologia (Norris, 2000; Buhler, 2000). O NDE foi desenvolvido para modelar a relação de interferência entre uma espécie de inseto-praga e uma espécie de planta cultivada (Norris, 1999; Sanyal et al., 2008), fato que torna limitada a sua aplicação na Herbologia.

## 1.2 - Referencial teórico do Manejo Integrado de Plantas Daninhas

O Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPd) é definido como um sistema que utiliza múltiplas estratégias de prevenção e contenção, de tal modo a manter a população de plantas daninhas abaixo do nível de dano econômico (Buhler, 2002). Além disso, o MIPd deveria envolver análise de custo/benefício quanto ao interesse e impacto no ambiente e na sociedade (Kogan, 1998).

Diversas práticas têm sido propostas para a implementação do MIPd, dentre as quais quatro são consideradas de fundamental importância: (1) criar sistemas de cultivo com ambiente adverso para as população de plantas daninhas através de modificação do agroecossistema (Swanton & Weise, 1991; Buhler, 2002); (2) intervir na população de plantas daninhas de modo a mantê-la em patamares toleráveis, ou seja, abaixo do nível de dano econômico (Cousens, 1987; Swanton et al., 1999); (3) reduzir a produção de sementes e de plantas daninhas no agroecossistema, tendo em vista a diminuição contínua do banco de sementes (Buhler, 2002; Sanyal et al., 2008); (4) desenvolver táticas de manejo compatíveis com aspectos ambientais, econômicos e sociais, assim, obtendo aceitação do setor primário e da sociedade (Swanton et al., 1999).

O NDE tem sido considerado como um dos princípios de maior relevância no MIPd, constituindo-se de critério de custo/benefício para a decisão do controle das plantas daninhas. Conhecidos os valores de NDE, seria possível monitorar as populações de plantas daninhas durante a estação de crescimento de forma que medidas de controle das infestantes somente seriam implementadas quando e se necessário (Fleck et al., 2002).

No Capítulo 3 deste livro, será apresentada, em detalhes, a forma de cálculo do NDE. Resumidamente, o NDE é estimado a partir de variáveis biológicas e econômicas. As variáveis biológicas incluem a perda da produtividade da cultura por planta daninha e o potencial de produtividade da cultura. E as variáveis econômicas envolvem o valor do produto colhido e o custo do controle (Lindquist et al., 1998; Portugal & Vidal, 2009).

### 1.3 - Limitações do NDE

O NDE tem sido pouco utilizado como critério para o manejo de plantas daninhas devido às limitações na estimativa das variáveis biológicas e econômicas. Além disso, a utilidade do NDE é limitada, devido à ocorrência de muitas espécies na área e devido ao possível aumento do banco de sementes no solo (Swanton et al., 1999). A seguir, serão detalhadas as principais limitações do uso do NDE na área de plantas daninhas.

#### 1.3.a - Relação produtores-consumidores

O nível de dano econômico foi desenvolvido para modelar a relação de interferência entre uma espécie de inseto-praga e uma cultura, ou seja, envolvia o efeito de um organismo consumidor numa espécie vegetal (produtora). Este fato implica que existe uma clara relação de causa-efeito entre a densidade de insetos e o dano observado na lavoura.

Como plantas daninhas também são espécies produtoras e ocorrem no agroecossistema em grande número de espécies, fica difícil quantificar com precisão o impacto de cada espécie na cultura. Além disso, ocorrem interações entre as espécies daninhas entre si e destas com os outros organismos do agroecossistema (microorganismos, insetos), dificultando ainda mais a estimativa da interação entre cada espécie de planta daninha com relação ao rendimento da cultura.

Este aspecto conceitual é o principal limitador na utilização do NDE na herbologia. Não representa uma relação direta de causa e efeito entre a densidade de plantas daninhas e o rendimento final da lavoura. Quando muito, têm-se obtido relações semi-empíricas que relacionem ambas variáveis, ou seja, relações matemáticas que apresentem um significado biológico nos seus parâmetros (Cousens, 1985). Estas equações para cálculos do NDE serão apresentadas no Capítulo 3 deste livro.

#### 1.3.b - Estabilidade das variáveis biológicas

As variáveis biológicas não apresentam estabilidade no agroecossistema, independente do método usado para sua aferição. Mesmo modelos mecanísticos (envolvendo conhecimento de causa-efeito e aspectos da fisiologia da produção vegetal) não são suficientemente precisos para estimar o rendimento da cultura na ausência de competição.

Aliado a isso, a interação de diversos fatores deixa extremamente complexa a estimativa do impacto das plantas daninhas no rendimento da cultura. Entre esses fatores destacam-se o espaçamento e densidade da cultura, a época de emergência da cultura em relação às infestantes, aspectos do ambiente como nível de fertilidade do solo, sistema de preparo do solo, entre outros (Vidal, 2010).

Ademais, em contraste com os insetos e patógenos que atacam as culturas em ciclos epidêmicos, as plantas daninhas são endêmicas e crônicas, regenerando-se a partir de sementes e/ou propágulos vegetativos que são introduzidos no solo (Norris, 1999).

#### 1.3.c - Estabilidade das variáveis econômicas

As variáveis econômicas (custo de controle e preço do produto) variam em função das oscilações do mercado. Muitos produtos agrícolas são "comodities" e seu preço varia de acordo com o mercado internacional. Assim, no início da safra podem apresentar um nível de preço e na época da colheita, podem apresentar valor muito diferente (normalmente menor do que na época da semeadura). Isto levaria à tomada de decisão baseada em uma estimativa de lucro incorreta, o que representa uma medida de risco inaceitável pelo agricultor (Swanton et al., 1999).

#### 1.3.d - Concatenação entre época de controle e período de dano

A presença das plantas daninhas modifica a qualidade da luz na área e, desta forma, sinaliza às culturas modificações morfológicas desde o início do ciclo de desenvolvimento das mesmas (Vidal & Merotto Jr., 2010). Desta forma, as medidas de controle devem ser tomadas muito precocemente no ciclo das culturas, sob pena de ocorrerem perdas no rendimento das mesmas (Gerowitt & Heitefuss, 1990; Vidal, 2010).

A ação dos herbicidas de aplicação em pós-emergência não é imediata, de forma que se especula que mesmo após a sua utilização ainda haverá algum impacto das infestantes no rendimento (Gerowitt & Heitefuss, 1990; Swanton et al., 2009). Quanto mais lenta for a ação de um herbicida de aplicação em pós-emergência, provavelmente, mais limitante será este aspecto na precisão do NDE (Gerowitt & Heitefuss, 1990).

### 1.3.e - Implicações ecológicas a médio e longo prazos

As implicações ecológicas se referem à contribuição das plantas remanescentes ao banco de sementes do solo (ou propágulos vegetativos), aumentando o problema com plantas daninhas na área. Normalmente as plantas apresentam uma plasticidade fenotípica acentuada. Ou seja, moldam o seu desenvolvimento em função dos recursos do meio.

Assim, a produção de sementes de plantas daninhas é relativamente inalterada sob uma ampla faixa de densidade, de forma que poucas plantas por m<sup>2</sup> são capazes de reabastecer o banco de sementes, perpetuando as infestações para os anos subsequentes. Este fato pode, inclusive, afetar as relações de arrendamento das propriedades agrícolas, o que também limitaria a adoção do NDE na Herbologia (Swanton et al., 1999).

### 1.4 - Conclusão e escopo do livro

Diversas limitações na quantificação do nível de dano econômico de plantas daninhas têm minimizado sua adoção como suporte à decisão no controle de infestantes nas lavouras. Sem um critério que oriente a tomada de decisão, o manejo integrado de plantas daninhas também fica comprometido.

Na opinião dos autores, a utilização do NDE na Herbologia sob os mesmos pressupostos da entomologia está inadequada. Na Herbologia (Matologia), as infestações de plantas daninhas ocorrem de forma elevada, pandêmica e crônica. Poucos dias após a emergência da cultura, a lavoura apresenta densidade de infestação muito superior ao NDE, inviabilizando tempo hábil para a adoção de medidas de controle. Desta forma, ocorre redução do lucro pelo custo do herbicida utilizado, pela mato interferência e pela utilização do produto em período atrasado em relação ao período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) (Vidal, 2010).

A variabilidade no valor do nível crítico de dano (NCD) sempre foi tema de interesse científico de todos pesquisadores deste livro. A isto sempre se atribuiu a maior limitação na utilização do NDE. Mas, somente após o conhecimento dos trabalhos de Gerowitt & Heitefuss (1990), vislumbrou-se a possibilidade de adotar uma estratégia mais pragmática e de utilizar os valores mais inferiores de NCD como valores de referência. Dessa forma, pode-se propor uma completa mudança de paradigma. A proposta é utilizar as informações sobre o impacto de cada infestante no

rendimento da cultura (o nível crítico de dano) para poder apoiar a escolha de medidas de controle que otimizem o lucro do agricultor. Esta estratégia não é original dos autores, mas tem sido adotada com sucesso em programas de computador para mediar a decisão de medidas de controle, destacando-se o HERB, HADSS, WEEDSOFT, entre outros. Mais detalhes desta abordagem serão apresentados no Capítulo 10.

Os Capítulos 2 e 3 apresentam as definições dos termos abordados no livro e as formas de cálculo. Do Capítulos 4 ao 9 serão sintetizados resultados brasileiros (e portugueses) para diferentes culturas, organizadas por ordem alfabética. Nesses capítulos, a sequência da apresentação é aproximadamente conforme o seguinte roteiro: importância da cultura no país e no mundo; impacto das infestantes na cultura; detalhes do NCD de algumas espécies infestantes e considerações finais de cada autor. Alguns leitores podem questionar porque tanto esforço dedicado aos itens de mercado e à importância de cada cultura. No Capítulo 14, ao final deste livro, fica clara a opinião dos autores e organizadores, onde se esclarece que agricultura é uma atividade profissional e, portanto, está inserida no contexto de mercado de alimentos e objetiva o sustento do agricultor e a sustentabilidade da agricultura.

Nos Capítulos 10 ao 13, apresentam-se os potenciais de diversas tecnologias que utilizam os conceitos deste livro. Algumas destas tecnologias já estão em desenvolvimento mais avançado, enquanto que outras ainda estão na fase de concepção de idéias e protótipos. Os autores tiveram a coragem de utilizar seus conhecimentos no contexto agrícola para tentar expor todos estes avanços e suas possibilidades e desafios.