

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS¹

LUIZ CLOVIS BELARMINO²

RESUMO - A economicidade é um importante fator na seleção de um inseticida para uso em programas de manejo de populações de insetos pragas. Geralmente o agricultor compra inseticida desconsiderando aspectos relacionados ao seu desempenho agrônomico e ao seu efeito sobre os sistemas não visados, o que pode provocar intoxicações humanas, contaminações dos agroecossistemas e aumentos desnecessários no custo de produção. O objetivo básico da avaliação econômica de um inseticida biológico é o de verificar a viabilidade de sua comercialização, em comparação com os métodos tradicionalmente utilizados. Entre várias metodologias destaca-se a relação custo-benefício de cada medida, como sugerido neste trabalho. A fórmula proposta é: $\text{Custo-Benefício} = \frac{[(\text{Preço de Inseticida}) \times (\text{Custo Ambiental})]}{[(\text{Desempenho do Produto}) \times (\text{Período de Controle Efetivo}) \times (\text{Perda Evitada})]}$. Pelo exemplo utilizado, determinou-se que pelo índice de custo-benefício, *Baculovirus anticarsia* é cerca de 10 vezes superior à bactéria e de 15 a 20 vezes melhor que os inseticidas químicos utilizados freqüentemente na cultura da soja.

Termos para indexação: *Baculovirus anticarsia*, agroecossistemas, organismos não visados.

ECONOMIC EVALUATION OF BIOLOGICAL CONTROL

ABSTRACT - The economicity is a mainly factor in the insecticide selection to use in integrated pest management (IPM) programs. The growers generally buy the insecticide without considering aspect such as efficacy and effects on nontarget systems. This situation can promote human intoxications, ecosystems contamination and unnecessary increases in the production cost. The more appropriate evaluation methodology are those that compare the cost-benefit of each control method like suggested in this paper. The formula suggested is $\text{Cost-Benefit} = \frac{[(\text{Insecticide Price}) \times (\text{Ambiental Cost})]}{[(\text{Product Performance}) \times (\text{Effective Control Time}) \times (\text{Loss Decrease})]}$. For the exemple chosen it was determined that the cost-benefit figures of *Baculovirus anticarsia* is about 15 times better than chemical insecticides often used in soybean IPM in Brazil.

Index terms: *Baculovirus anticarsia*, ecossistemas, nontarget organisms.

INTRODUÇÃO

As técnicas de controle de pragas atualmente disponíveis são muitas e a adequabilidade de cada uma depende da bioecologia do inseto, do valor do cultivo, do nível tecnológico da propriedade e de outros fatores inerentes à cada alternativa, levando-se em consideração a espécie da praga e a cultura em questão.

Muitos estudos tem sido conduzidos buscando estabelecer técnicas de amostragem, visando quantificar a espécie problema; obter níveis de dano máximo tolerável, para a tomada de decisão de controle; e selecionar critérios técnicos e agrônomicos para aperfeiçoar a escolha da medida de controle a adotar. Estes critérios ainda necessitam de maiores estudos, em especial no sentido de extratificar os inseticidas (químicos, juvenóides, biológicos etc.) de acordo com suas características ecotoxicológicas, visando, em última etapa, orientar o extensionista ou produtor para que empregue aquele formulado que seja mais eficiente, econômico e seguro para o operador e para o

¹ Trabalho apresentado no II SICONBIOL - II Simpósio Nacional de Controle Biológico, realizado em Brasília, de 14-18 de outubro de 1990.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., pesquisador da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas. Caixa Postal, 553, 96001 Pelotas, RS, Brasil.

agroecossistema formado pelo cultivo que necessita ser protegido.

Neste sentido, são fundamentais para os programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), aquelas pesquisas que revelam o desempenho do produto, especialmente eficiência e ação residual; o impacto que causa na fauna benéfica, como nos inimigos naturais, polinizadores, anelídeos, peixes, aves e em outros organismos não visados; e o retorno econômico do controle, especialmente pela quantificação das perdas evitadas, se existir parcelas sem controle (testemunha).

Por outro lado, as medidas legislativas não têm sido eficazes na restrição do uso de produtos considerados perigosos, necessitando-se adotar outros critérios auxiliares, como a elaboração de recomendações de controle de pragas pelas instituições de pesquisa oficiais, visando auxiliar e/ou direcionar os profissionais que prescrevem o Receituário Agrônomo. Com isso, espera-se evitar que os inseticidas sejam selecionados apenas pelo seu preço, sem considerar importantes aspectos (como os toxicológicos, por exemplo), como acontece atualmente. Entretanto, existem muitas divergências quanto aos critérios de padronização de índices toxicológicos e, também, carências de informações para a maioria dos efeitos nocivos dos inseticidas (Urban & Cook 1986).

Entre as principais qualidades necessárias para um produto ser considerado um bom inseticida (Metcalf & Flint 1982), estão a eficiência, a economicidade, a disponibilidade da matéria-prima, estabilidade do princípio ativo, ausência de fitotoxicidade, miscibilidade e suspensibilidade do formulado, segurança, ou seja, não deixar resíduos perigosos para o homem, animais e no produto colhido, além de outras.

A economicidade de um inseticida não está relacionada unicamente ao seu preço de prateleira, mas também ao benefício que proporciona ao cultivo onde é aplicado e aos possíveis danos que possa causar aos organismos não visados, pois alguns desses danos podem determinar aplicações de multas ou indenizações,

de acordo com a Lei nº 7.802 de 12.07.89; internações dos operadores, perdas de animais domésticos, pertencentes a criações com fins econômicos (abelhas, peixes, gado etc.) e; mais freqüentemente, eliminação de inimigos naturais dos insetos pragas, determinando que novas aplicações sejam feitas, elevando o custo de produção, após algum tempo de uso repetido do mesmo produto, e até mesmo o surgimento de resistência e de liberações de pragas de importância secundária, que passam à categoria de pragas chaves, resultando quase sempre, no aumento do número de insetos pragas numa cultura.

Esse efeito pode ser chamado de **Efeito Bumerangue**, pois a aplicação de inseticidas químicos não seletivos reduzem a população da praga apenas por momentos e, logo depois, elas retornam com, no mínimo, a mesma intensidade, devido à eliminação do controle natural exercido pelos predadores e parasitoides.

Vários métodos de avaliação econômica de inseticidas (biológicos ou não) podem ser utilizados. A adequação do método depende da exclusividade ou não do produto em avaliação. Caso seja um produto exclusivo para determinado inseto praga numa cultura onde os demais não sejam eficientes, a avaliação poderá ser conduzida no sentido de verificar se o controle exercido permite uma maior produtividade que uma área paralela sem controle, ou seja, se o valor da perda evitada compensa os custos de aplicação do produto.

Em cultivos que geram altas receitas pela venda do produto colhido é quase sempre viável a aplicação de medidas de controle (Metcalf & Flint 1984).

Em caso de produtos não exclusivos, a avaliação mais indicada é a comparativa entre o novo produto e aqueles tradicionalmente usados. Neste caso existem algumas avaliações que já foram realizadas, buscando verificar a economicidade de novos inseticidas, sejam avaliando o retorno econômico da aplicação do inseticida, valorizando a perda evitada e as despesas de aplicação; ou pelo custo de obtenção de unidades de produto colhido; ou

ainda considerando aspectos de efeitos nocivos ao ambiente.

Entretanto, poucos relatos de avaliação econômica de inseticidas biológicos são encontrados. A maioria aborda apenas o retorno econômico obtido pelo controle de insetos pragas, geralmente controle químico de pragas agrícolas, como fizeram Carlson & Mohamed (1986), Krishnakumar & Srinivasan (1987), Rizvi et al. (1986) e Roberts et al. (1987); de zoonoses, como fez Brandl (1985 e 1988); e de pragas florestais como fizeram Ali & Garcia (1988). Headley & Hoy (1987) analisaram a relação custo-benefício de um sistema de manejo de ácaros na Califórnia, que incluía liberações de ácaro predador *Metaseiulus occidentalis*, geneticamente melhorado em laboratório e uso de acaricidas seletivos, comparando-o com o sistema convencional. O novo sistema sugerido pela pesquisa permitiu uma economia que variou de US\$ 60.00 até US\$ 110.00/ha e, em relação à área potencial de uso da tecnologia, um retorno econômico para o investimento em pesquisa de 280 a 370%.

Bertagnolli (1976) apresentou um roteiro detalhado para cálculo do custo de aplicação terrestre de inseticidas.

Tomasini et al. (1977) separaram 15 inseticidas químicos, recomendados pela Comissão Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo para o controle de pulgões, considerando o custo de inseticida necessário para produzir Cr\$ 100,00 de trigo, o qual foi transformado em índice de eficiência técnico-econômica dos inseticidas pela divisão do valor da produção (em kg/ha), obtida nas diferentes parcelas dos inseticidas pelo custo total do produto, o qual é decorrente do preço e do número de aplicações necessárias para o controle de pulgões. Os autores apresentaram ainda uma sugestão para atualizar a relação "gasto com inseticida necessário para produzir Cr\$ 100,00 de trigo", em virtude dos freqüentes aumentos no preço de produtos.

Um dos primeiros autores a considerar os prejuízos dos efeitos colaterais dos agroquímicos numa fórmula de avaliação econômica foi Headley (1973). Estabeleceu uma relação cus-

to-lucro de uma medida de controle para evitar danos pelo ataque de insetos pragas.

Segundo o autor, o método de controle integrado, em última análise, também visa reduzir a zero o valor dos custos dos efeitos colaterais, fazendo com que o resultado da aplicação da fórmula seja superior à unidade, garantindo a máxima margem de lucro com o mínimo distúrbio no ambiente tratado e adjacências.

Para os casos onde existem vários produtos igualmente eficientes e que, ao mesmo tempo, evitam perdas de valor superior aos seus respectivos custos de tratamentos, deve-se considerar outras metodologias de avaliação da economicidade de produtos, as quais necessariamente devem considerar outras características, além da eficiência de controle, que permitam a extratificação dos produtos, tais como o preço, a ação residual, a seletividade, a toxicidade para abelhas, peixes, aves e mamíferos, biomagnificação, persistência ambiental, tempo de afastamento da área tratada e outros possíveis efeitos secundários indesejáveis.

Smith & Bosch (1967) advertem que o custo de controle não pode ser mensurado pela simples soma do preço do inseticida comercial mais o custo de aplicação, pois, por exemplo, se a medida de controle usada para reduzir a população de determinada praga no início de desenvolvimento da cultura tornar necessário tratar mais algumas vezes o cultivo (para sua proteção de novos ataques até o final de seu ciclo), o custo dessas aplicações subsequentes também devem ser computados na avaliação econômica do tratamento inicial. Esta situação é bastante comum em diversas culturas, como em soja no Brasil, onde o uso de princípios ativos em formulados não seletivos (como os piretróides e a maioria dos fosforados) na primeira aplicação contra lagartas, geralmente determina novas aplicações durante as outras etapas de desenvolvimento da planta.

Nos cálculos de índices de custo-benefício, Smith & Bosch (1967) observam que a relação, de maneira geral, é afetada pelas condições de mercado de insumos e do produto colhido, capitalização do agricultor, investi-

mentos anteriores feito na cultura e valores pessoais envolvidos.

Todavia, a inclusão de critérios relativos à toxicidade dos inseticidas representa quase sempre uma dificuldade, seja pela falta de padronização da metodologia, como já mencionado, ou pela carência de informações geradas sobre espécies da fauna brasileira, representativas dos agrossistemas tratados. Existe também, por vezes, pouca consistência e muita variação em algumas informações, como, por exemplo, aquelas relativas ao tempo de reentrada no cultivo e, até mesmo, sobre a persistência biológica do produto aplicado.

Alguns exemplos de retorno econômico podem ser citados, como na Colômbia, onde o uso do controle biológico no Vale do Rio Cauca permitiu a redução e/ou substituição do controle químico nos cultivos de algodão, tomate, soja e mandioca, com notáveis diminuições nos custos de produção. O agente biológico mais utilizado é o parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, produzido comercialmente por mais de 20 laboratórios. As reduções nos custos de controle de insetos pragas da ordem *Lepidoptera* foram de 61% em algodão, mais de 54% em tomate, 69% em soja e 53% em mandioca. Além da proteção oferecida pelo controle biológico e da redução nos custos de controle, obteve-se a manutenção do equilíbrio ecológico na região e os produtos colhidos estão livres de resíduos de produtos químicos, sem restrições para o consumo e exportação.

Este parasitóide também é muito utilizado em programas de MIP em vários outros países, sempre com grandes retornos econômicos em substituição aos métodos químicos convencionais de controle, como é o caso da URSS e China, com 15 e 5 milhões de hectares protegidos, respectivamente, existindo uma produção de 15-30 milhões de trichogramas/dia em 73 biofábricas na URSS (Parra 1989).

No Brasil, merece destaque o retorno econômico obtido com a liberação de parasitóides de pulgões do trigo, os quais reduziram o número de aplicações de inseticidas de 5-6/safra para apenas menos de uma por safra,

recompensando várias vezes o investimento em pesquisas e fomento de tecnologia, gerando uma economia de US\$ 34 milhões/ano.

Outro programa de controle biológico que se expandiu rapidamente e apresenta notáveis retornos econômicos é o emprego do vírus de poliedrose nuclear (VPN) *Baculovirus anticarsia* no controle da lagarta da soja, o noctuídeo *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818. Este método de controle atinge mais de um milhão de hectares tratados, cerca de 10% da área semeada no Brasil, economizando 1.400.000 litros de inseticidas químicos e, ao sojicultor uma redução de gastos de US\$ 10,46/ha. Multiplicando essa economia obtida em cada hectare pela área total protegida cada ano, verifica-se que existe uma economia anual superior a US\$ 10,000,000,00, a qual poderá ser aumentada nos próximos anos, pois a área tratada tem crescido a cada safra. Essa economia anual obtida pelo controle biológico da lagarta da soja mediante o uso de *B. anticarsia* é suficiente para suprir o orçamento anual de três centros de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, com cerca de 50 pesquisadores cada (Belarmino et al. 1988).

Para a obtenção dos dados acima, calculou-se a diferença entre o custo de aplicação de inseticida químico (Nuvacron 400, Cr\$ 580,00/litro, na dosagem de 353 ml/ha, preço de junho de 1990) e o custo de aplicação de VPN *B. anticarsia*, cotado ao preço de Cr\$ 153,93. Os demais parâmetros foram obtidos com base no trabalho de Secchi (1987), onde se contempla o custo dos equipamentos (trator médio e pulverizador de 400 litros), óleo diesel, lubrificantes e mão-de-obra, atribuindo um tempo operacional de 0,72 horas-máquina/ha/aplicação.

Considerando que as metodologias existentes para avaliação econômica não permitem a expressão das principais diferenças entre os inseticidas biológicos e químicos, de maneira clara e objetiva; considerando que a economicidade é um importante fator a ser observado na seleção de um inseticida e, por último, considerando que é muito importante reunir em

apenas um índice vários aspectos de custos e de benefício de uma nova medida de controle, estabeleceu-se que o objetivo deste trabalho é propor uma nova metodologia de avaliação econômica de inseticidas microbianos em culturas anuais, a qual contempla as principais diferenças toxicológicas entre o controle químico, que é o mais freqüente, e o controle com entomopatógenos.

MATERIAL E MÉTODOS

A consideração dos fatores de custo e de benefício foi feita baseando-se nas características mais importantes que são comuns ao controle químico e ao controle microbiano, em culturas anuais, e que possuem informações disponíveis, geradas em diversas pesquisas ao longo de muitos anos, de modo a permitir uma visualização das diferenças que existem entre eles, sejam pelos aspectos toxicológicos ou pelos aspectos puramente econômicos, ou, ainda, pela proteção do cultivo contra o ataque de insetos pragas.

Cottas (1988) apresentou uma sugestão para cálculo do custo-benefício de um defensivo agrícola, considerando preço e dosagem como componentes de custo, e desempenho do produto e relação tempo-benefício como componentes do benefício de uma aplicação, buscando separar dois acaricidas para citrus. À sua fórmula podem ser agregados outros fatores de custo e de benefício, objetivando separar inseticidas em geral, enaltecendo aquelas que apresentam, além da proteção ao cultivo contra pragas, segurança e economicidade.

Assim, entre os componentes de custo de uma aplicação foram selecionados os fatores preço e custo ambiental. Os componentes do benefício selecionados foram os fatores desempenho do produto, o período de controle efetivo e a perda evitada. A seguir, serão indicados como e porquê foram obtidos cada um desses fatores, de maneira separada, para facilitar a apresentação.

Componentes do custo de aplicação

Fator preço (P) - Esse fator foi incluído na avaliação considerando o valor da dosagem do produto comercial/ha, em moeda nacional, seja em kilogramas ou em litros. A Tabela 1 apresenta uma relação de preços de produtos, convertidos em Bônus do Tesouro Nacional (BTN) e em dólares americanos (US\$) no dia da consulta e representa uma média de alguns locais do RS.

Fator custo ambiental (CA) - A inclusão deste fator numa avaliação do cálculo de custo-benefício de inseticidas biológicos visa provocar uma separação (em diferentes grupos) entre os diversos inseticidas, privilegiando obviamente aqueles que apresentam menor toxicidade para mamíferos, peixes, abelhas, aves e inimigos naturais, além de menor persistência no ambiente. Estes são os aspectos que foram selecionados para a inclusão na estimativa de custo ambiental decorrente da aplicação de inseticidas. A não inclusão de outros critérios dentro deste fator (que poderia seguir ao apresentado por Ware (1980), deve-se a: a) inexistência de informações, completa ou parcial, como é o caso do efeito de inseticidas sobre parasitoides e entomopatógenos; b) retirada dos produtos de mercado por medidas legislativas, como é o caso da restrição de uso de inseticidas organoclorados, que possuem a capacidade de biomagnificação de resíduos e c) outras que por ora não se manifestam, devido ao emprego da filosofia do MIP em diversas culturas, como a resistência de insetos aos inseticidas; aparecimento de novas pragas de primeira importância, antes consideradas pragas secundárias e, resíduos no produto colhido.

Utilizou-se com modificações, o trabalho de Corseuil (1988) para a consideração destes índices toxicológicos na avaliação que este trabalho sugere. Este autor, por sua vez, adotou como base o trabalho de Metcalf & Luckmann (1982). Para uso neste trabalho, o menor resultado possível do custo ambiental é igual à unidade, diferente do apresentado por Corseuil (1988), no qual o menor valor era zero. Para facilitar a compreensão, cada critério será abordado separadamente, a seguir.

a) Segurança para o operador (SO) - É calculada pela fórmula

$$SO = \frac{DL_{50}ORAL + DL_{50}DERMAL}{DOSAGEM (P.C./ha)} \times 10, \text{ onde os}$$

valores de DL_{50} (dose capaz de matar 50% de uma população) são aqueles expressos em mg do inseticida/kg de peso corpóreo, geralmente obtidos em ensaios sobre ratos ou coelhos. A Tabela 2 apresenta uma relação de DL_{50} oral e dermal para a maioria dos inseticidas registrados no Brasil, extraído do livro de Salazar C. (1985).

A multiplicação por 10 visa evitar valores inferiores à unidade, os quais são transformados nas seguintes equivalências:

TABELA 1 - Preços de inseticidas químicos, juvenóides e biológicos no mercado do RS, EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Nome comercial/princípio ativo	Unidade	Preço da Embalagem	
		BTN	US\$
1 - Agrivin 850 PM/Carbaril	pct. 500 g	12,76	6,24
2 - Ambush 500 CE/Permetrina	frasco 250 ml	33,25	16,25
3 - Ambush 500 CE/Permetrina	frasco 1 litro	131,95	64,48
4 - Azodrin 400/Monocrotofós	frasco 1 litro	13,60	6,64
5 - <i>Baculovirus anticarsia</i> VPN	pct. 1 ha	3,5	1,71
6 - <i>Baculovirus anticarsia</i> VPN	pct. 25 ha	9,5	4,64
7 - Carbion 850 PM/Carbaril	pct. 500 g	12,76	6,24
8 - Carvin 850 PM/Carbaril	pct. 500 g	12,76	6,24
9 - Curacron 500/Profenofós	frasco 1 litro	21,68	10,59
10 - Diazinon 400/Diazinon	pct. 25 g	0,79	0,39
11 - Dimecron 500/Fosfamidom	frasco 1 litro	11,97	5,85
12 - Dimetoato Nortox 500/Dimetoato	frasco 1 litro	13,56	6,63
13 - Dipel/ <i>B. thuringiensis</i>	pct. 1 kg	14,63	7,14
14 - Diptorex/Triclorfom	frasco 1 litro	9,00	4,39
15 - Dissulfam CE/Endossulfam	frasco 1 litro	12,00	5,86
16 - Endossulfam 350 CE/Endossulfam	frasco 1 litro	11,00	5,37
17 - Fertoxin BR/Fosfina	tablete 20 past.	3,59	1,75
18 - Form. Landrin super/Aldrim	pct. 500 g	2,50	1,22
19 - Form. Mirex/Dodecacloro	pct. 500 g	1,86	0,90
20 - Form. Formilin/Diflubenzurom	pct. 500 g	1,86	0,90
21 - Gastoxin/Fosfina	tablete 20 past.	3,59	1,75
22 - Gesaverol 4/Malatiom	pct. 1 kg	3,19	1,55
23 - K - Obiol 2 P/Deltametrina	frasco 1 kg	10,00	4,88
24 - Kilval/Vamidotiom	frasco 1 litro	18,62	9,09
25 - Lebaycid 50/Fentiom	frasco 1 litro	18,60	9,08
26 - Lorsban 480 BR/Clorpirifós	frasco 1 litro	18,33	8,96
27 - Lorsban 480 BR/Clorpirifós	lata 20 litros	505,46	246,99
28 - Neoron 500 CE 1,5 l/Propargite	frasco 1 litro	5,00	2,44
29 - Nuvacron 400/Monocrotofós	frasco 1 litro	15,47	7,56
30 - Malathion 500 CE/Malatiom	frasco 100 ml	2,39	1,17
31 - Malatol 40/Malatiom	pct. 1 kg	3,19	1,55
32 - Orthene 750/Acefato	pct. 500 g	8,30	4,05
33 - Perfecthion 400/Dimetoato	frasco 1 litro	11,93	5,83
34 - Pikaril 50/Carbaril	saco 25 kg	53,20	26,00
35 - Pirimor 500 PM/Pirimicarbe	pct. 500 g	17,31	8,4
36 - Piredan/Permetrina	frasco 1 litro	54,00	26,38
37 - Sumigran 20/Fenitrotiom	pct. 1 kg	3,66	1,78
38 - Thalcord/Fenvarelo	frasco 1 litro	42,00	20,52
39 - Tamaron/Metamidofós	frasco 1 litro	15,00	7,32
40 - Thiodan CE/Endossulfam	frasco 1 litro	12,91	6,31
41 - Triclorfom 50 LC Defesa/Triclorfom	frasco 1 litro	10,15	4,96
42 - Tricopal 500/Triclorfom	frasco 1 litro	13,30	6,50
43 - Vertimec 18 CE/Abamectinas	frasco 1 litro	167,60	81,90

TABELA 2 - Toxicidade (DL₅₀, em mg/kg de peso vivo) para mamíferos de alguns inseticidas, segundo Salazar C. (1985), EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Princípio ativo	Nome comercial	Ratos ou coelhos	
		Dose oral	Dose dermal
1 - Afidam	Aphidan	85,00	-
2 - Aldicarbe	Temik	0,93	2,00
3 - Amifós	Amiphos	438,00	472,00
4 - Azinfós etílico	Gusathion	12,00	280,00
5 - Azinfós metílico	Gusathion	16,00	280,00
6 - Bendiocarbe	Garvox	179,00	1.330,00
7 - Bromofós	Bromofós	1.600,00	5.000,00
8 - Carbaril	Sevin	500,00	500,00
9 - Carbofuram	Furadan	8,00	120,00
10 - Carbosulfam	Marshal	209,00	2.000,00
11 - Cartape	Cartap	325,00	1.000,00
12 - Cipermetrina	Ripcord	251,00	+ 1.600,00
13 - Clorfluazurom	Atabron	-	-
14 - Clorpirifós	Lorsban	135,00	2.000,00
15 - Deltametrina	Decis	7.526,00	1.782,00
16 - Diazinon	Diazinon	300,00	500,00
17 - Dibrom	Naled	430,00	800,00
18 - Diclorvós	Vapona	56,00	75,00
19 - Dicrotofós	Bidrin	15,00	42,00
20 - Diflubenzurom	Dimilin	1.000,00	2.000,00
21 - Dimetoato	Perfektion	150,00	700,00
22 - Dimetoato etílico	Dimetoato	340,00	1.000,00
23 - Disulfotom	Dysiston	2,60	50,00
24 - Endossulfam	Thiodan	80,00	74,00
25 - Endotiom	Endothion	30,00	130,00
26 - Etiom	Ethion	280,00	1.600,00
27 - Etoato metílico	Hokfit	340,00	2.000,00
28 - Fenitrotiom	Folithion	503,00	700,00
29 - Fensulfotiom	Terracur	3,50	3,00
30 - Fentiom	Lebaycid	330,00	1.200,00
31 - Fentoato	Cidial	400,00	700,00
32 - Fenvarelato	Belmark	451,00	3.200,00
33 - Flufenoxurom	Cascade	+ 3.000,00	+ 2.000,00
34 - Forato	Granutox	2,00	70,00
35 - Formotiom	Anthio	365,00	400,00
36 - Fosalone	Zolone	120,00	390,00
37 - Fosfamidon	Phosphamidon	15,00	125,00
38 - Fosmete	Iridan	230,00	1.550,00
39 - Isolan	Isolan	12,00	35,00
40 - Isoxatiom	Karphos	112,00	450,00
41 - Malatiom	Malatol	2.100,00	+ 4.000,00
42 - Metamidofós	Ortho-Hamidop	29,90	125,00
43 - Metidatiom	Supracid	25,00	25,00
44 - Metil demetom	Metasystox	40,00	300,00
45 - Metil demetom	Metasystox "i"	40,00	85,00
46 - Metomil	Lannate	17,00	1.600,00
47 - Mevinfós	Phosdrin	3,00	90,00
48 - Mexacarbato	Zectran	14,00	1.500,00
49 - Monocrotofós	Azodrin	14,00	112,00

TABELA 2. cont.

Princípio ativo	Nome comercial	Ratos ou coelhos	
		Dose oral	Dose dermal
50 - Morfotiom	Ekatin	200,00	283,00
51 - Ometoato	Folimat	50,00	700,00
52 - Paratiom etílico	Rhodiatox	13,00	4,00
53 - Paratiom metílico	Folidol	14,00	67,00
54 - Permetrina	Ambush	+ 4.000,00	+ 4.000,00
55 - Pirimicarbe	Pirimor	147,00	600,00
56 - Pirimifós metílico	Actellic	1.415,00	+ 2.000,00
57 - Profenofós	Curacron	358,00	3.300,00
58 - Propoxur	Baygon	95,00	2.400,00
59 - Protoato	Fostion	8,00	100,00
60 - Rodiaval	Rodiaval	18,00	-
61 - Scharadam	Ompa	5,00	50,00
62 - Teflubenzurom	Nomolt	5.000,00	2.000,00
63 - Temefós	Abat	8.600,00	1.370,00
64 - Tetraclorvinfós	Shellgran	4.000,00	-
65 - Tiometom	Afidol	120,00	200,00
66 - Triazofós	Hostathion	82,00	1.000,00
67 - Triclorfom	Dipterex	560,00	2.800,00
68 - Vamidotiom	Kilval	103,00	1.160,00
69 - Vapona	DDVP	56,00	75,00

Nota 1 = SO > 1.000

Nota 2 = SO entre 200 e 1.000

Nota 3 = SO entre 50 e 200

Nota 4 = SO entre 10 e 50

Nota 5 = SO < 10

b) Toxicidade para abelha (TAB) - Esta característica foi incluída no custo ambiental, buscando incluir uma informação que é extremamente importante para cultivos que dependam direta ou indiretamente dos polinizadores ou para cultivos que estejam dentro do raio de ação de colméias de criações com fins econômicos ou de subsistência. A Tabela 3 apresenta a toxicidade de diversos inseticidas, em DL₅₀ de contato e oral, expressa em ug/abelha, obtidas em laboratório e publicadas por Stevenson (1978).

Os valores da Tabela 3 necessitam ser submetidos à fórmula

$$TAB = \frac{DL_{50}CONTATO + DL_{50}ORAL}{DOSAGEM (P.C./ha)} \times 1.000,$$

cujos valores resultantes são transformados pela equivalência abaixo.

Nota 1 = TAB > 1.000

Nota 2 = TAB entre 200 e 1.000

Nota 3 = TAB entre 50 e 200

Nota 4 = TAB entre 10 e 50

Nota 5 = TAB < 10

Quando se necessitar de informações sobre produto que não estiver na Tabela 3, pode-se utilizar os dados da Tabela 4.

c) Toxicidade para aves (TA_v) - Pela dificuldade de obtenção de todos os dados de toxicidade de inseticidas (em DL₅₀ ou CL₅₀), em tempo de serem incluídos neste trabalho, deixou-se de apresentá-los em forma de anexo e também não se apresenta a fórmula para cálculo de seus valores, os quais deveriam ser transformados em equivalências, à semelhança das faixas já apresentadas para a toxicidade para mamíferos e abelhas.

Alternativamente e provisoriamente podem ser

TABELA 3- Toxicidade de contato aguda e oral para *Apis mellifera*, em DL₅₀, expressa em µg/abelha de alguns inseticidas e herbicidas, segundo Stevenson (1978), EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Inseticida	Contato	Oral
1 - Aletrina	3,4	4,6 - 9,1
2 - Azinfós	0,063	0,15
3 - BHC	0,20 - 0,46	0,45 - 0,76
4 - Bioresmetrina	0,0057	0,055
5 - Carbaril	1,3	0,14
6 - Carbofenotiom	1,4	5,2
7 - Clordane	1,4	---
8 - Clorfenvinfós	4,1	0,55
9 - Clorpirifós	0,059	0,25
10 - Dazomet	+ 50,00	+ 10,00
11 - DDT	3,9	3,7
12 - Deltametrina	0,051	0,079
13 - Demefiom	0,36	0,22
14 - Demetom metflico	0,26	0,21
15 - Demetom sulfone	0,20	0,19
16 - Dialifós	9,5 - 28,6	29,2
17 - Diazinom	0,22	0,20
18 - Dicofol	+ 50,00	+ 10,00
19 - Dicrotofós	0,076	0,068
20 - Dieldrin	0,16	0,32
21 - Diflubenzurom	+ 30,00	+ 30,00
22 - Dimetoato	0,12	0,15
23 - Dissulfotom	4,3	16 - 39
24 - Endossulfam	7,1	6,9
25 - Endrin	0,65 - 1,2	0,46 - 1,4
26 - Etiofencarbe	2,3	1,5
27 - Fenitrotiom	0,018	0,019
28 - Fonofós	3,3	8,4
29 - Malatim	0,27	0,38
30 - Mevinfós	0,070	0,027
31 - Ometoato	0,083	0,048
32 - Paraquat	+ 48,00	+ 25,00
33 - Permetrina	0,11	0,28
34 - Forato	0,32	0,44
35 - Pirimicarbe	+ 54,00	3,2
36 - Primifós etflico	+ 0,5	0,39
37 - Primifós metflico	0,39	0,36
38 - Piretrinas	0,13 - 0,29	0,15
39 - Quinometionato	---	+ 80,00
40 - Resmetrinas	0,015	0,069
41 - Rotenona	+ 60,00	+ 30,00
42 - Tiafanox	0,058	0,062
43 - Tiometom	0,55	0,56
44 - Triadimefom	+ 25,00	+ 25,00
45 - Triazofós	0,055	0,074
46 - Trifluralina	+ 100,00	+ 50,00

TABELA 4 - Características toxicológicas de alguns inseticidas, adaptado de North Caroline Agriculture Extension Service (1974), EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Inseticidas	Tempo de reentrada (dias)	Biomagnificação	Risco ambiental				
			Aves	Peixes	Abelhas	Inimigos naturais	Persistência
1 - Aldicarbe	I	I	3	3	3	3	5
2 - Aldrim	2	P	4	4	4	4	5
3 - Azinfós metílico	5	I	3	3	3	3	3
4 - <i>Bacillus thuringiensis</i>	0	NA	1	1	1	2	1
5 - BHC	1	L	2	2	4	4	5
6 - Ácido bórico	0	I	1	1	1	1	1
7 - Carbaril	1	I	1	1	3	3	2
8 - Carbofuram	I	I	3	3	3	3	5
9 - Carbofenotiom	5	I	3	3	3	3	1
10 - Caumafós	NA	I	2	2	2	2	3
11 - Clordane	1	L	4	4	4	4	5
12 - Clordimeform	I	I	2	2	2	2	2
13 - Clorobenzilato	1	I	1	1	1	1	2
14 - Cloropicrina	I	I	1	1	1	1	1
15 - Cloropropilato	1	I	2	2	2	2	2
16 - Clorpirifós	NA	I	1	1	1	1	2
17 - DDT	1	F	4	4	4	4	5
18 - Demetom	4	I	3	3	3	3	4
19 - Diazinom	2	D	2	2	2	2	5
20 - Diabrom	1	I	2	2	3	3	1
21 - Diclorvós	NA	D	1	1	1	1	5
22 - Dicofol	1	I	1	1	1	1	2
23 - Dicrotofós	4	D	2	2	2	2	2
24 - Dieldrim	2	P	4	4	4	4	5
25 - Dimetoato	3	I	2	2	2	2	2
26 - Diatoxiom	NA	I	2	2	2	2	3
27 - Dissulfotom	4	I	3	3	3	3	4
28 - Dodecacloro	1	P	2	2	2	2	5
29 - Endossulfam	2	L	4	4	4	4	3
30 - Etiom	3	T	2	2	2	2	3
31 - Fensulfotom	2	I	3	3	3	3	5
32 - Fentiom	NA	I	2	2	2	2	5
33 - Forato	5	I	3	3	3	3	5
34 - Fosalone	I	I	2	2	2	2	3
35 - Fosfamidom	5	I	3	3	2	3	3
36 - Heptacloro	2	P	4	4	4	4	5
37 - Imidam	3	I	2	2	2	2	2
38 - Lindane	1	I	2	2	2	2	2
39 - Malatiom	1	I	2	2	2	2	2
40 - Metomil	3	I	2	2	3	3	1
41 - Mevinfós	4	D	3	3	3	3	1
42 - Monocrotofós	4	D	3	2	2	2	1
43 - Paratiom etílico	5	I	3	3	3	3	1

TABELA 4. cont.

Inseticidas	Tempo de reentrada (dias)	Biomagnificação	Risco ambiental				
			Aves	Peixes	Abelhas	Inimigos naturais	Persistência
44 - Paratiom metílico	4	I	3	3	3	3	1
45 - Pentaclorofenol	1	D	2	4	4	1	5
46 - Piretrina	1	D	1	1	1	1	4
47 - Propargite	1	I	1	1	1	1	2
48 - Propoxur	NA	I	2	2	2	2	3
49 - Protetona	---	D	1	3	1	1	1
50 - Tetraclorvinfós	---	I	2	2	3	3	4
51 - Toxafeno	1	P	3	4	3	4	3
52 - Triclorfom	2	I	2	2	3	3	2
53 - Zectram	3	I	3	3	3	3	2

Risco ambiental: 1 = nenhum, 2 = algum, 3 = moderado e 4 = grande

Persistência: 1 = 0-1 semana, 2 = 1-3 semanas, 3 = 3-5 semanas e 4 = 5 semanas

Tempo de reentrada: I = insuficiente evidência, NA = não aplicável

Biomagnificação: I = improvável, P = provável, NA = não aplicável, L = leve, F = facilmente, D = desconhecido.

utilizados os dados da Tabela 4, obtidos e adaptados de North Caroline Agriculture Extension Service (1974), onde existem quatro notas de efeitos de inseticidas sobre aves, onde

Nota 1 = Nenhum efeito

Nota 2 = Algum efeito

Nota 3 = Moderado efeito

Nota 4 = Grande efeito

d) Toxicidade para peixes (TP) - Da mesma forma que para os dados de toxicidade para aves, também aqui os valores da periculosidade de inseticidas terão que ser provisoriamente aqueles apresentados na Tabela 4. Isto não preenche o requisito de que os dados sejam obtidos sobre espécies representativas dos nossos agroecossistemas, mas momentaneamente pode-se considerar satisfatórios os dados lá apresentados, mesmo se desconhecendo os detalhes como foram obtidos. A escala de nota e seu respectivo significado é o mesmo que para toxicidade para aves.

e) Toxicidade para inimigos naturais (IN) -

Este é um dos critérios mais importantes para os objetivos dos programas de MIP. Entretanto, o volume de trabalhos já realizados buscando verificar o efeito nocivo de inseticidas sobre predadores, parasitóides e entomopatógenos é pequeno, diante da necessidade e relevância do conhecimento dessas informações para o planejamento de programas de manejo de populações de insetos pragas.

Enquanto não são gerados novos resultados, que poderão ser futuramente agregados para melhor avaliação econômica dos inseticidas e para efeito de inclusão desse critério no cálculo deste trabalho, serão utilizados apenas os resultados obtidos pelos diversos integrantes da Comissão de Pesquisa em Entomologia de Soja, publicados por Belarmino et al. (1989), que testaram 23 ingredientes ativos em diversas dosagens sobre um complexo de predadores, composto basicamente por *Nabis* spp., *Geocoris* sp., aranhas e carabídeos, utilizando como variável a redução populacional de predadores (RPP) sobre espécies de ocorrência natural. A Tabela 5

TABELA 5 - Efeito de inseticidas, em diferentes dosagens sobre a redução populacional predadores (RPP) das pragas da soja, obtidos em dez anos agrícolas no Brasil. EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Inseticidas	Dosagem (g i.a./ha)	Seletividade Nota ¹	Número de ensaios
Acefato	225	4	3
Azinfós etílico	400	3	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>	500 ²	1	5
Carbaril	200	1	2
Carbaril	800	1	1
Clorpirifós	180	3	10
Clorpirifós	384	4	5
Clorpirifós	600	4	5
Deltametrina	5	3	6
Deltametrina	7,5	4	6
Diflubenzurom	20	1	6
Dimetoato	750	4	7
Endossulfam	175	1	8
Endossulfam	350	1	1
Endossulfam	437	2	4
Endossulfam	525	1	2
Fenitrotiom	500	3	6
Fenitrotiom	1000	4	4
Fenvarelato	30	3	6
Fosalone	525	3	6
Fosfamidom	250	3	6
Fosfamidom	600	3	7
Metamidofós	150	3	9
Metamidofós	300	3	11
Metomil	64,5	3	5
Metomil	161,5	3	5
Monocrotofós	150	3	6
Monocrotofós	200	4	9
Monocrotofós	300	4	7
Monocrotofós	500	4	8
Ometoato	500	4	5
Ometoato	750	5	6
Paratim metílico	200	3	10
Paratim metílico	480	3	6
Permetrina	15	3	10
Permetrina	25	3	6
Profenofós	125	2	11
Tiodicarbe	70	1	4
Triazofós	200	3	6
Triazofós	400	4	4
Triazofós	600	4	5

TABELA 5. cont.

Inseticidas	Dosagem (g i.a./ha)	Seletividade Nota ¹	Número de ensaios
Triclorfom	400	1	4
Triclorfom	800	1	3

¹ Nota 1 = 0-20% (seletivo); nota 2 = 21-40% (moderadamente seletivo); nota 3 = 41-60% (pouco seletivo); nota 4 = 61-80% (não seletivo) e nota 5 = 81-100% (não seletivo) de RPP.

² Dosagem em gramas de produto comercial.

apresenta esses dados em forma de notas, conforme a percentagem de RPP que cada formulado causou, como indicado abaixo.

- Nota 1 = RPP de 0-20%
- Nota 2 = RPP de 20-40%
- Nota 3 = RPP de 40-60%
- Nota 4 = RPP de 60-80%
- Nota 5 = RPP de 80-100%

Em caso de se adotar esta fórmula para avaliar inseticidas biológicos em outras culturas que tenham predadores diferentes daqueles encontrados na cultura da soja, ou outros inimigos naturais, basta medir o efeito dos produtos em avaliação sobre esses artrópodes benéficos, expressando a ação em percentuais de redução populacional através da fórmula de Henderson & Tilton (1955) e depois, enquadrá-la dentro da escala de notas acima citada.

f) Persistência ambiental (PA) - Este fator mede o tempo de permanência de resíduos biologicamente ativos no solo e, para uso na fórmula, também foram obtidos de North Caroline Agriculture Extension Service (1974), transformando os valores lá apresentados nas seguintes equivalências.

- Nota 1 = PA entre 0-1 semana
- Nota 2 = PA entre 1-2 semanas
- Nota 3 = PA entre 2-3 semanas
- Nota 4 = PA entre 3-5 semanas
- Nota 5 = PA entre > 5 semanas

Os valores relativos a cada ingrediente ativo estão citados na Tabela 4.

A inexistência de alguma informação referente aos custos dos inseticidas aqui considerados, poderá ser facilmente suprida, seja pela consulta (bibliográfica ou mercadológica) ou pela realização de bioensaios, desde que considerem as mesmas variáveis aqui utilizadas.

Componentes do benefício da aplicação

Fator desempenho do produto (DP) - Este é um fator que expressa a eficiência técnica do produto no efetivo controle do inseto praga visado. Para obtê-lo necessariamente deverá ser conduzido um ensaio de controle, onde se coletarão os dados para cálculo de eficiência do novo produto biológico e do produto convencionalmente mais utilizado, geralmente químico.

Para isso, não foi utilizada a proposta de Cottas (1988) para cálculo do DP e sim uma nova maneira, onde DP é a média aritmética simples de todas as percentagens de eficiência (obtidas pela fórmula de Henderson & Tilton 1955), divididas pela relação (4/n), onde "n" representa o número de datas de avaliação com eficiência superior ao patamar mínimo de 80%, ou seja,

$$DP = \frac{\text{Eficiência média acima de 80\% (\% EM)}}{4/n^{\circ} \text{ de datas eficientes (4/n)}}$$

Para cultivos que utilizam a percentagem de infestação da praga (ácaros e pulgões, por exemplo) pode-se utilizar o modo de cálculo sugerido por Cottas (1988).

Fator período de controle efetivo (PCE) - Este fator expressa a ação residual dos inseticidas em comparação e pode ser obtido através da divisão.

$$PCE = \frac{\text{Período de controle efetivo (PCE)}}{\text{Período de observação do ensaio (POE)}}, \text{ onde}$$

o POE é o período, em dias, de coleta de dados do ensaio de controle. Este período de observação deve ser interrompido quando a população do inseto praga na área sem controle atingir 50% da população fixada como Nível de Controle pelo MIP da cultura, desde que os danos também se encontrem abaixo do limiar máximo tolerável. O PCE corresponde ao período de eficiência acima de 80%, também em dias.

Fator perda evitada (PE) - Agrega-se este fator ao trabalho como forma de se contemplar os efeitos da aplicação de inseticidas no rendimento do cultivo, pois podem existir acréscimos ou decréscimos na produtividade, devidos a efeitos fitotônicos ou deletérios sobre a fisiologia da planta, além da eliminação do dano à planta pelo ataque da praga. Entre os fatores que podem diminuir a capacidade produtiva, cita-se a Teoria da Trofobiose, de Chaboussou (1987), onde é analisada a hipótese de existirem plantas doentes pelo uso de agroquímicos, especialmente inseticidas.

Considerou-se as seguintes faixas de perdas evitadas:

- Nota 1 = PE de 0-100 kg/ha
- Nota 2 = PE de 100-200 kg/ha
- Nota 3 = PE de 200-300 kg/ha
- Nota 4 = PE de 300-400 kg/ha
- Nota 5 = PE > 400 kg/ha

Este fator deve ser mensurado nos mesmos ensaios onde se determinaram a eficiência, ação residual e seletividade para inimigos naturais, através da diferença entre a colheita das áreas tratadas e das áreas não tratadas. Essa estruturação também visa valorizar mais o benefício proporcionado por medidas de controle que sejam eficientes contra pragas que reduzem drasticamente a produtividade, ou seja, quanto maior a diferença entre a área tratada e não tratada maior será o benefício obtido pela aplicação da medida de controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado deste trabalho, apresenta-se uma sugestão de fórmula de cálculo do custo-benefício da aplicação de um inseticida, a qual é indicada para se avaliar a economicidade de inseticidas microbianos, comparando-os aos produtos tradicionalmente usados. A fórmula sugerida é a seguinte:

$$C-B = \frac{P \times CA}{DP \times PCE \times PE}, \text{ onde}$$

- P = Preço, em Cr\$/ha do produto comercial,
- CA = Custo ambiental,
- DP = Desempenho do produto,
- PCE = Período de controle efetivo e
- PE = Perda evitada

Para facilitar a apresentação da maneira como são tomados ou coletados os valores de cada fator (podendo também auxiliar no entendimento da fórmula), os fatores são analisados dentro de componentes de custo e de benefício, separadamente.

Avaliação dos custos da aplicação

Preço - Para a tomada de seu valor, basta multiplicar o número de BTN's ou US\$ constantes na Tabela 1 pela cotação do dia desses indexadores. Caso o produto não esteja relacionado naquele anexo, seu preço poderá ser obtido no comércio local ou diretamente com o fabricante. Para inseticidas biológicos que ainda não tenham seu preço de comercialização fixado, recomenda-se verificar os custos de obtenção, mais uma margem de lucro, além de considerar a área potencial de uso, estipulando um preço, mesmo que estimativo. Outra maneira de se estabelecer o preço provisório de um produto é verificar qual é o custo de produção do cultivo e, dentro dele, calcular qual é a percentagem média que é devida somente ao custo do produto. Com a posse da percentagem fica fácil saber qual é o preço médio que poderá ter o novo inseticida.

Custo ambiental - Para a obtenção do valor do custo ambiental é necessário calcular inicialmente o Índice Geral (IG), o qual é resultado do somatório das notas de Segurança para o Operador (SO), Toxicidade para Inimigos Naturais (IN), Persistência Ambiental (PA) e Toxicidade para Indicadores Biológicos (IB), o qual, por sua vez, é resultado da reunião do efeito médio do inseticida sobre aves (TAv), abelhas (TAb) e peixes (TP). Para isso, tomam-se os valores da Tabela 3 e Tabela 4 e calcula-se a média aritmética simples, arredondando-se para o número inteiro mais próximo. Por exemplo, para o produto comercial Carvin 850 PM (carbaril), a toxicidade para abelha (Tabela 3) é

$$T_{Ab} = \frac{DL_{50}CONTATO + DL_{50}ORAL}{DOSAGEM (P.C./ha)} \times 1.000 =$$

$$\frac{1,3 + 0,14}{235} \times 1.000 = 6,1$$

o que corresponde a nota 5, enquanto a toxicidade para aves tem nota 1 e para peixes também nota 1 (Tabela 4). Logo,

$$IB = \frac{T_{Ab} + T_{Av} + TP}{3} =$$

$$\frac{5 + 1 + 1}{3} = 2,33$$

Então, como 2,33 está mais próximo de 2, IB = 2.

Para avaliar o IG para este mesmo produto comercial, tem-se que

$$a) SO = \frac{DL_{50}ORAL + DL_{50}DERMAL}{DOSAGEM (P.C./ha)} \times 10,$$

$$\frac{500 + 500}{235} \times 10 = 42,$$

o que corresponde a nota 4. As escalas consideram exclusive o valor superior e inclusive o valor inferior de cada classe;

- b) PA = 2, da Tabela 4; e
- c) IN = 1, da Tabela 5.

Então,

$$IG = SO + PA + IN + IB = 4 + 2 + 1 + 2 = 9$$

Note-se que a dosagem de carbaril utilizada neste exemplo é de 235 e do produto comercial (PC) Carvin 850 PM, que corresponde a 200 g do ingrediente ativo/ha, ou seja, é a dosagem recomendada para o controle da lagarta da soja.

Tendo determinado o valor de IG, pode-se calcular o custo ambiental, que é feito pela fórmula de transformação

$$CA = (IG - 4) \times 0,625,$$

onde a subtração de IG por "4" e a multiplicação desse resultado por "0,65" visa estabelecer um CA com variação de 1 até 10. Valores obtidos para CA inferiores a unidade (vale lembrar), devem ser corrigidos para 1 (um), como forma de evitar que este fator diminua ou até anule o fator preço, pois eles são multiplicados na estrutura da fórmula.

Logo, para Carvin 850 PM, o

$$CA = (IG - 4) \times 0,625 = (9 + 4) \times 0,625 = 3,13$$

Avaliação dos benefícios da aplicação

Desempenho do produto - Este fator deve ser preenchido com informações de ensaios

de controle de insetos praga, preferencialmente realizado sobre populações naturais, sempre com uma área correspondente sem aplicação (testemunha) paralela e avaliação prévia à aplicação, de maneira a permitir o uso da fórmula de Henderson & Tilton. Para o cálculo do DP somente são utilizados aqueles resultados de datas de avaliação onde o produto apresentou eficiência mínima de 80%.

Exemplificando, de maneira genérica, num ensaio com oito datas de amostragem, um determinado produto apresentou eficiência nas seis primeiras avaliações após a aplicação, com um controle médio de 84%, o que significa que

$$DP = \frac{\% EM}{(4/n)} = \frac{84}{4/6} = 126,00$$

Período de controle efetivo - Utilizando o mesmo exemplo acima, com a oitava e última avaliação sendo feita aos 18 dias e a sexta aos 12 dias após a aplicação, tem-se que:

$$PCE = \frac{PCE}{POE} = \frac{12 \text{ dias}}{18 \text{ dias}} = 0,67$$

Perda evitada - Diminuindo, num caso hipotético, da produtividade da área tratada (3.020 kg/ha) a produtividade da área não tratada (2.850 kg/ha), tem-se que

$$PE = 3.020 \text{ kg/ha} - 2.850 \text{ kg/ha} = 170 \text{ kg,}$$

o que corresponde à nota 2.

Reunindo todos os dados acima citados para custos e para benefícios dentro da fórmula proposta, tem-se que

$$C-B = \frac{(P = 263,95) \times (CA = 3,13)}{(DP = 126,0) \times (PCE = 0,67) \times (PE = 2)} = \frac{826,16}{168,84} = 4,89$$

Exemplo de uso: avaliação econômica de *B. anticarsia* em soja.

Apresenta-se um exemplo de utilização da fórmula de avaliação econômica de inseticidas biológicos aqui proposta, para uma verificação de economicidade do uso do VPN *B. anticarsia* no controle de *A. gemmatilis*, comparando-o aos produtos químicos utilizados na cultura, mais outro inseticida microbiano recomendado para a cultura da soja, que é a bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, cujo produto comercial mais vendido é Dipel.

A Tabela 6 informa quais são e como foram obtidos os valores de custo ambiental de cada inseticida, baseando-se nas informações contidas nas Tabelas 2, 3, 4 e 5. Na Tabela 7 estão os valores obtidos para desempenho e período de controle efetivo dos produtos, reunidos a partir de informações empíricas e/ou comprovadas em ensaios de controle, ou seja, são informações bastante próximas da realidade, mas que foram aí colocadas como estimativa, apenas para se exemplificar a viabilidade de uso do índice de custo-benefício proposto.

A Tabela 8 apresenta o resultado do exemplo de uso da fórmula para se avaliar a economicidade de *B. anticarsia* em soja. Como se pode observar, o uso deste entomopatógeno é várias vezes mais econômico que os inseticidas químicos e também que o uso de *B. thuringiensis*. Este desempenho do vírus se deve ao seu reduzido preço, à sua inocuidade para outros organismos e à sua ação residual, pois geralmente após a primeira aplicação se forma um forte inóculo na lavoura, o qual controla as demais gerações da lagarta até o final do ciclo, ao contrário do que acontece com a bactéria, que tem ação residual de aproximadamente 10 dias e, também, alto preço.

TABELA 6 - Custo ambiental de inseticidas nas dosagens indicadas para controle da lagarta da soja, *A. gemmatilis*, EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Inseticida	Dosagem g ou ml de P.C./ha	SO	IN	PA	IB	IG	CA
1 - <i>Baculovirus anticarsia</i> (CNPSO)	8	1	1	1	1	4	1,00
2 - <i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel)	500	1	1	1	1	4	1,00
3 - Carbaril (Carvin 850 PM)	235	3	1	2	2	8	2,50
4 - Clorpirifós (Lorsban 480 BR)	375	3	3	2	2	10	3,75
5 - Dimetoato (Perfection 400)	500	4	4	2	2	12	5,00
6 - Endossulfam (Thiodan 350)	500	4	1	3	4	12	5,00
7 - Fosfamídom (Dimecron 500)	500	5	3	3	3	14	6,25
8 - Monocrotofós (Azodrin 400)	375	5	3	1	2	11	4,38
9 - Permetrina (Ambush 500 CE)	30	1	3	2	4	10	3,75
10 - Triclorform (Dipterex 500)	800	3	1	2	2	8	2,50

TABELA 7 - Valores atribuídos aos fatores componentes do benefício de alguns inseticidas no controle da lagarta da soja, *A. gemmatilis*, EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Inseticida	Média de eficiência (%)	Nº de datas eficiente ¹	Total de datas de avaliação	Desempenho do produto	Período de controle efetivo
1 - <i>Baculovirus anticarsia</i> (CNPSO)	90	8	8	180,00	1,00
2 - <i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel)	85	4	8	85,00	0,48
3 - Carbaril (Carvin 850 PM)	85	5	8	106,25	0,71
4 - Clorpirifós (Lorsban 480 BR)	88	6	8	132,00	0,81
5 - Dimetoato (Perfection 400)	93	5	8	116,25	0,71
6 - Endossulfam (Thiodan 350)	87	6	8	130,50	0,81
7 - Fosfamídom (Dimecron 500)	94	5	8	117,50	0,71
8 - Monocrotofós (Azodrin 400)	93	5	8	116,25	0,71
9 - Permetrina (Ambush 500 CE)	91	3	8	68,25	0,43
10 - Triclorform (Dipterex 500)	83	6	8	124,50	0,71

¹ Avaliações após 7, 8, 9, 10, 15, 17, 19 e 21 dias após a aplicação dos inseticidas.

TABELA 8 - Resultados de custo-benefício de diversos inseticidas químicos comparados com os inseticidas biológicos *B. anticarsia* e *B. thuringiensis* em soja, EMBRAPA-CPATB, Pelotas, RS, 1990.

Inseticida	Fatores de custo			Fatores de benefício				Índice de custo-benefício
	Preço/ha (Cr\$)	Custo Ambiental	Total	Desempenho do produto	Período de cont. efetivo	Perda evitada	Total	
1 - <i>Baculovirus anticarsia</i> (CNPSO)	226,30	1,00	226,30	180,00	1,00	1	180,00	1,26
2 - <i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel)	472,97	1,00	472,97	85,00	0,48	1	40,80	11,59
3 - Carbaril (Carvin 850 PM)	388,24	2,50	970,60	106,25	0,71	1	75,44	12,87
4 - Clorpirifós (Lorsban 480 BR)	444,43	3,75	1.666,61	132,00	0,81	1	106,92	15,59
5 - Dimetoato (Perfection 400)	385,68	5,00	1.928,40	116,25	0,71	1	82,54	23,36
6 - Endossulfam (Thiodan 350)	417,36	5,00	2.086,80	130,50	0,81	1	105,71	19,74
7 - Fosfamídom (Dimecron 500)	386,97	6,25	2.418,56	117,50	0,71	1	83,43	28,99
8 - Monocrotofós (Azodrin 400)	329,75	4,38	1.444,31	116,25	0,71	1	82,54	17,50
9 - Permetrina (Ambush 500 CE)	268,73	3,75	1.007,74	68,25	0,43	1	29,35	34,34
10 - Triclorform (Dipterex 500)	465,53	2,50	1.163,83	124,50	0,71	1	88,39	13,17

CONCLUSÃO

A fórmula de custo benefício apresentada neste trabalho pode ser utilizada com eficiência para avaliação econômica de inseticidas microbianos em culturas anuais, comparando-os aos inseticidas químicos tradicionalmente empregados.

REFERÊNCIAS

- ALI, A.D.; GARCIA, J.M. Efficacy and economic of selected systemic insecticides for Control of *Phorocanta semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae), a New Pest in North America. **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.4, p.1184-1187, 1988.
- BELARMINO, L.C.; SECCHI, V.A.; SILVA, M.T.B. *Baculovirus anticarsia*: Evolução no RS. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 1., 1988, Rio de Janeiro. **Resumos**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1988. p.52.
- BELARMINO, L.C.; SILVA, M.T.B.; CORSO, I.C.; LINK, O.; TONET, G.L.; GOMEZ, S.A.; SANTOS, B. Efecto de inseticidas sobre los predadores de las plagas de la soja en Brasil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., 1989, Buenos Aires, Argentina. **Proceedings...** Buenos Aires, Argentina: Ass. Argentina de la soja, 1989. p.1572-1577.
- BERTAGNOLLI, P.F. Cálculo do custo de aplicações de inseticidas na lavoura de soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1976. p.98-103.
- BRANDL, F.E. Cost of different methods to control riverine tse-tse in West Africa. **Tropical Animal Health and Production**, v.20, p.67-77, 1988.
- BRANDL, F.E. The use of a herd simulation model for the estimation of direct economic benefits of tse-tse control. Application to the pastoral zone of sideradougou, Burkina Faso. **Revue of Elevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux**, v.38, n.4, p.364-370, 1985.
- CARLSON, G.A.; MOHAMED, A. Economic analysis of cotton-insect control in the Sudan Gezira. **Crop Protection**, v.5, n.5, p.348-354, 1986.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (Teoria da trofobiose)**. Porto Alegre: LPM, 1987. 253p.
- CORSEUIL, E. Índices toxicológicos para defensivos agrícolas. **Veritas**, v.34 n.130, p.271-276, 1988.
- COTTAS, M.P. **Sugestão para cálculo do custo benefício de um defensivo agrícola**. Ribeirão Preto: Shell Brasil (Petróleo). Div. Química, 1988. 5p.
- HEADLEY, J.C. Environmental quality and the economics of agricultural pest control. **EPPO Bulletin**, v.3, n.3, p.51-61, 1973.
- HEADLEY, J.C.; HOY, M.A. Benefit/cost analysis of an integrated mite management program for almonds. **Journal of Economic Entomology**, v.80, p.55-59, 1987.
- HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Test with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v.48, p.157-161, 1955.
- KRISHNAKUMAR, N.K.; SRINIVASAN, K. Efficacy and economics of pest control in okra with conventional and synthetic pyrethroid insecticides. **Indian Journal of Plant Protection**, v.15, p.81-83, 1987.
- METCALF, C.L.; FLINT, W.P. **Insectos destructivos e insectos utiles; sus costumbres y su control**. México: Continental, 1984, 1208p.
- METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. **Introduction to insect management**. 2.ed. N. York: Wilwy - Interscience, 1982. 577p.
- NORTH CAROLINE AGRICULTURE EXTENSION SERVICE. **North Caroline Pesticid training manual**. [s.l.], 1974, p.54-55.
- PARRA, J.R.P. Controle biológico de pragas através de *Trichogramma*. **Boletim de Biotecnologia**, v.26, p.1-4, 1989.
- RIZVI, S.M.A.; CHAUDHARY, M.B.; PANDEY, V.; UPADHYAY, V.K. Efficacy and economics of some insecticides in the

- management of *Heliothis armigera* Hübner. **Indian Journal of Plant Protection**, v.14, n.2, p.47-50, 1986.
- ROBERTS, S.J.; ZAVALETA, L.R.; GRUBE, A.H.; ARMBRUST, E.J.; PAUSCH, R.D. Evaluation of a pest control technique: fall-spray control of alfafa weevil (Coleoptera-Curculionidae) in alfafa fields. **Journal of Economic Entomology**, v.80, p.859-866, 1987.
- SALAZAR, C.E. **Inseticidas e acaricidas; aspectos toxicológicos e receituário agrônomo**. 2.ed. Piracicaba, SP: Livrocere, 1985. 412p.
- SECCHI, V.A. Economia gerada com o controle biológico da lagarta da soja no RS mediante a utilização de *Baculovirus anticarsia*. **Informativo COPER-EMATER/RS**, v.28, p.15, 1987.
- SMITH, R.F.; BOSCH, R. van den. Integrated control. In: KILGORE, W.W.; DOUTT, R.L. (Ed.). **Pest control, biological, physical and selected chemical methods**. New York: Academic, 1967, p.295-337.
- STEVENSON, J.H. The acute toxicity of unformulated pesticide to worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Plant Pathology**, v.27, p.38-40, 1978.
- TOMASINI, R.G.A; PORTO, V.H.F.; EICHLER, M.R. **Rentabilidade física e econômica de inseticidas para pulgões**. Safra de trigo de 1977. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1977. 5p. (EMBRAPA-CNPT. Comunicado Técnico, 1).
- URBAN, D.J.; COOK, N.J. Ecological risk assessment. Washington: EPA-Hazard evaluation division/standart evaluation procedure. 1986. 96p. (Off. of pesticide program - 590/9 - 85-001).
- WARE, G.N. Effects of pesticides on nontarget organisms. **Research Review**, v.76, p.173-201, 1980.