

CONTROLE BIOLÓGICO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

SANTIN GRAVENA¹

RESUMO - Uma abordagem moderna do papel do controle biológico (CB) em sistemas de manejo integrado de pragas (MIP) deve passar inicialmente por um enfoque que relacione equilíbrio biológico das pragas com os seus inimigos naturais e os níveis de danos econômicos. Os processos de colonização ou recolonização de artrópodos benéficos em plantações comerciais de fibras e alimentos foram muito pouco tratados na literatura, apesar de representar fatores fundamentais para a melhor compreensão dos agroecossistemas do ponto de vista do CB natural. O CB nos três tipos existentes (natural, clássico e artificial) será encarado neste artigo como uma tática do MIP e em muitos agroecossistemas pode ser considerada como "tática chave", em torno da qual são adequadas as demais táticas pertinentes. Para isso há a necessidade de estabelecer, não só o conceito de praga chave, como também de "Inimigo Natural Chave". Só então se pode incluir os "níveis de não-ação" como novo elemento do MIP para tomada de decisões onde as relações de densidade de inimigos naturais: praga são muito úteis. A manipulação do meio ambiente visando aumento do CB nos agroecossistemas é também discutido neste trabalho sob a filosofia do MIP, o que é feito na base de táticas preventivas de controle de pragas em culturas de importância econômica e social.

Termos para indexação: Equilíbrio biológico, níveis de danos econômicos, inimigo natural chave.

BIOLOGICAL CONTROL AND INTEGRATED PEST MANAGEMENT

ABSTRACT - A modern approach to the role of Biological Control in Integrated Pest Management Systems (MIP) should focus on the biological equilibrium between pests and natural enemies, and economic damage levels. The colonization and recolonization processes of beneficial arthropods in commercial fiber and food crops have been rarely mentioned in the literature. However, they represent fundamental factors to agroecosystems comprehension in regard to natural biological control. The three known kinds of biological control (natural, classical and artificial) will be viewed in this article as IPM tactics. In several agroecosystems they can be considered as a key tactic around which the other tactics are adequated. It is necessary to establish the "key pest" concept as well as the "Key Natural Enemy". The "non action level" can then be included as a new IPM element for decision-making where natural enemy:pest density relationships are very useful. Environment manipulation for implementation of biological control in agroecosystems is also discussed in this paper under the scope of IPM, as preventive tactics against pest attack to crops of economic and social interest.

Index terms: Biological equilibrium, economic damage levels, key natural enemy.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de manejo integrado de pragas (MIP) são tratados pelos especialistas em

função do estabelecimento preciso de estratégias e executados através de táticas adequadas. Numa estratégia de manejo integrado são definidos os objetivos que se pretende alcançar. De maneira geral a estratégia está expressa nos próprios conceitos de manejo integrado. Para Brader (1975) a estratégia se resume no "controle de pragas baseado em requisitos

¹ Professor Titular do Departamento de Entomologia e Nematologia, e Membro do Centro de Manejo Integrado de Pragas da FCAV/UNESP, CEP 14870 - Jaboticabal - SP.

econômicos, ecológicos e toxicológicos mas que adota como princípios tirar proveito dos fatores naturais que limitam as populações de pragas e respeita os limiares de tolerância das plantas ao ataque de artrópodos fitófagos". Para muitos estudiosos do MIP este nada mais é do que "Ecologia Aplicada" (Huffaker et al. 1971; Stark & Smith 1971; Southwood & Way 1970; Falcon & Smith 1974; Croft et al. 1984; Rabb et al. 1984). Portanto há uma forte tendência em se mudar o termo **integrado** para **ecológico**: "Manejo Ecológico de Pragas", onde a aplicação de agroquímicos seria feita apenas de caráter emergencial e de forma a menos prejudicial possível aos inimigos naturais das pragas e ao meio ambiente em geral (Sterling 1984; Gravena 1990a).

Entre os fatores naturais limitantes das pragas citam-se a competição inter e intra-específicas nos artrópodos, os efeitos do clima, a disponibilidade de alimento, a migração e a dispersão, o controle biológico exercido pelos inimigos naturais etc. Destes, entretanto somente a atividade dos inimigos naturais é antagonista ao desenvolvimento e reprodução dos artrópodos fitófagos. A maioria dos outros fatores são de difícil manipulação e controle pelo homem e exercem influências semelhantes sobre a praga, o inimigo natural e a própria planta. Embora a tolerância das plantações ao ataque de pragas seja muito variável pelo tipo de exploração, espécie de praga e dependente da fenologia da cultura, é a outra arma que o MIP dispõe para evitar a aplicação precoce de

agroquímicos. Em função desta tolerância e aliado muitas vezes a aspectos de custo e exigência do consumidor é que são determinados os limiares de perdas de produção pelo ataque de artrópodos fitófagos. A partir destes limiares é que são determinados os **níveis de ação** para cada praga ou grupo de pragas chaves, em função dos quais se toma a decisão de agir contra elas (Sterling 1984).

Antes, porém, da necessidade de se fazer uso dos níveis de ação a estratégia de MIP define o modelo de ação a ser executado (Sterling 1984) num planejamento prévio da instalação da cultura. Este modelo é calcado fundamentalmente nos princípios ecológicos que maximizam o controle biológico, sobre o qual é assentado os sistemas de MIP. É em função do controle biológico natural que as táticas de MIP de natureza ecológica são implementadas. Nos itens a seguir será abordado o papel do controle biológico no manejo integrado de pragas sendo aquele a base da aplicação dos princípios e filosofia desta tecnologia moderna e tão benéfica à sociedade como um todo.

EQUILÍBRIO BIOLÓGICO E NÍVEIS DE DANOS ECONÔMICOS

O controle biológico (CB) é definido como "a ação de inimigos naturais sobre uma população de praga resultando numa posição geral de equilíbrio (PGE) mais baixa do que prevaleceria na ausência destes" (Fig. 1). A posição

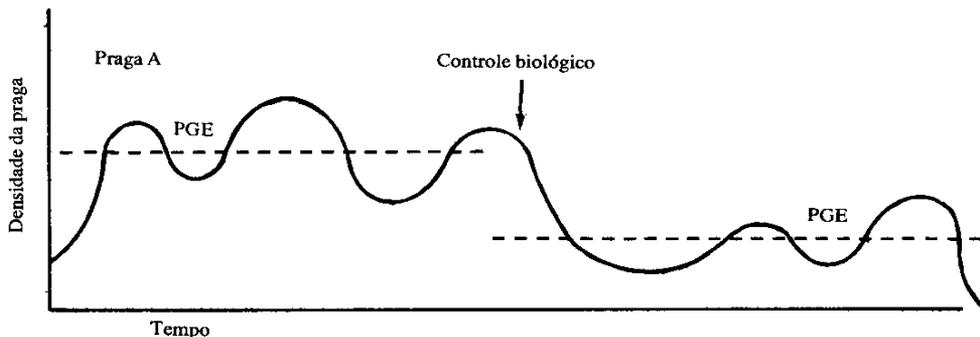


FIG. 1. Mudança da posição geral de equilíbrio provocada pela ação de inimigos naturais.

geral de equilíbrio de uma população de praga, por sua vez, é entendido como sendo a densidade média em torno da qual ocorre a flutuação da espécie por um longo período desde que não sofra intervenção do homem para o seu controle. O nível do dano econômico de uma praga pode estar situado tanto abaixo como acima da PGE (Fig. 2).

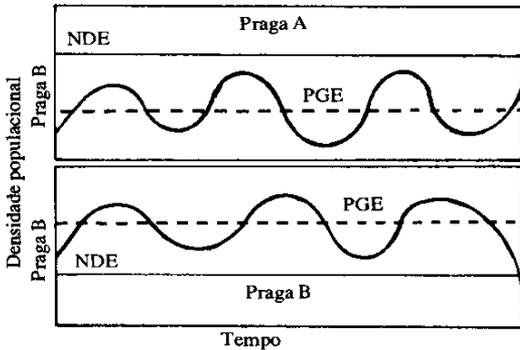


FIG. 2. Posição de nível de dano econômico em relação à PGE acima, praga A e abaixo, praga B.

É evidente que isso é uma maneira simplista e superficial de relacionamento de controle biológico com níveis de danos econômicos. Primeiramente é preciso considerar 3 tipos básicos de controle biológico: natural, clássico e artificial. O CB que no agroecossistema é exercido pelos organismos benéficos de ocorrência natural é influenciado pela diversidade de espécies ou manipulação ambiental. Se estas forem pobres como nas monoculturas

extensas o controle biológico natural diminui em relação a praga que, por sua vez ainda dispõe de farta alimentação onde sucessivas gerações podem ser sustentadas. Nas policulturas e áreas naturais menos afetadas pelo homem o CB natural é forte, aliado também ao fato de que a disponibilidade de alimentação para as pragas é menor do que nas monoculturas. A PGE certamente não é a mesma nas duas situações. Portanto a manipulação ambiental pelo homem no sentido de aumentar a diversidade de espécies vegetais numa área agrícola pode modificar a PGE, para níveis mais baixos do que o NDE. Na Fig. 3a está representado o efeito da manipulação ambiental em citrus através da semeadura da erva *Ageratum conyzoides* com o objetivo de aumentar a densidade populacional de fitosefeios predadores e reduzir o ácaro da ferrugem a densidade abaixo do NDE, pela modificação da PGE.

Com o CB clássico e artificial ou a associação de ambos o homem pode diminuir os níveis populacionais da PGE para outros inferiores aos dos NDE. A importação de espécies exóticas de inimigos naturais para liberação em áreas agrícolas cujas espécies nativas falham no abaixamento da PGE de forma economicamente aceitável só é efetiva se tiver êxito na mudança permanente da PGE (método inoculativo). O exemplo clássico de introdução foi aquela realizada na Califórnia em 1888 para controle da cochonilha Australiana *Icerya purchasi* (Mulsant) e do díptero *Cryptochaetum iceryae* (Williston) provenientes

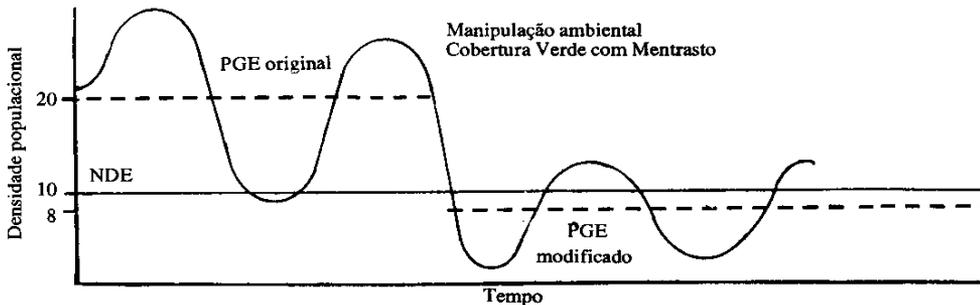


FIG. 3A. Modificação da PGE do ácaro da ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* por meio da manutenção de cobertura verde com mentrasto (*Ageratum conyzoides*) entre ruas de citrus.

tes da Austrália (Fig. 3b) (Stern et al. 1959). A criação massal de inimigos naturais tanto dos importados como dos nativos visando a modificação econômica da PGE (método inundativo) pode ser necessária todos os anos como é o caso do CB da broca da cana *Diatraea saccharalis* (F.) por *Cotesia flavipes* Cameron criada nos laboratórios das Usinas (Fig. 3c).

O nível de dano econômico é variável segundo o tipo de dano que a praga causa e o equilíbrio biológico pode estar, em certos casos, em níveis extremamente baixos mas não suficientes para evitar o dano. É o exemplo dos insetos e ácaros vetores de viroses que podem transmitir o vírus causando danos severos mesmo que estejam em baixas densidades. Assim, classificam-se as pragas em 5 tipos principais segundo os danos que causam.

- I - Pragas de folhas
- II - Pragas de órgãos frutíferos
- III - Pragas de ponteiros e caules
- IV - Pragas das raízes
- V - Vetores de viroses

Se a parte comestível ou utilizável é a folha, as pragas desfolhadoras induzem níveis de danos econômicos muito baixos e dificultam o MIP por exigir muitos inimigos naturais para manter as densidades em baixos níveis. Por outro lado, praga desfolhadora pode ser mais tolerada se a parte útil na comercialização é o fruto, caule ou raiz. Pelo tipo número II a perda é grande em culturas que não têm a capacidade de reposição de frutos como é o café, o tomate etc, mas pode ser de certa forma amenizada quando a espécie vegetal tem a capacidade de reposição de flores e frutos como

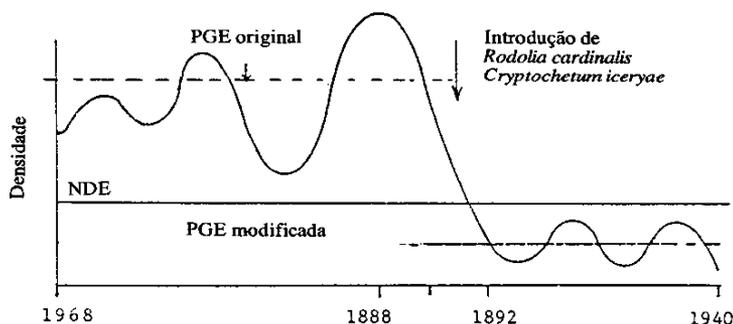


FIG. 3B. Modificação da PGE da cochonilha australiana *Icerya purchasi* pela introdução de duas espécies exóticas de inimigos naturais (Adaptado de STERN et al., 1959).

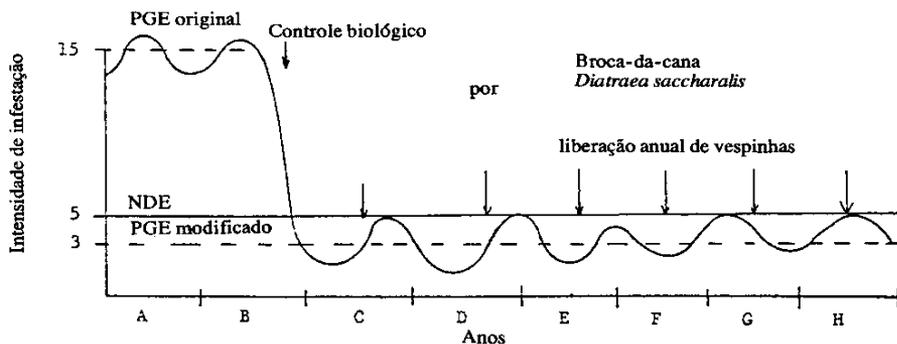


FIG. 3C. Manutenção da PGE abaixo do NDE da broca da cana, *Diatraea saccharalis* L., via liberação permanente de *Cotesia flavipes* (todos os anos).

ocorre com o algodão. Os tipos II, III e IV, por se situarem internamente na planta ou sob o solo representam sérios entraves para o estabelecimento de níveis de danos e níveis de ação. Estes tendem a ser extremamente baixos na tentativa de proteção da planta por meio químico ou biológico pois as pragas estão em geral protegidas nos seus sítios escapando do efeito da tática de controle via níveis de ação.

O controle biológico natural, clássico e artificial para pragas de difícil acesso como aquelas que apresentam grande parte dos seus estágios larvais no interior da planta ou sob o solo deve ser feito considerando-se 2 aspectos fundamentais: 1) através da obtenção de estabilidade ecológica no ecossistema onde a cultura está inserida; 2) visando a ação dos agentes controladores no período de trânsito da praga durante o qual a eles fica exposta.

COLONIZAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS

O controle biológico pode representar uma base de maior ou menor consistência no MIP dependendo do processo de colonização ou recolonização dos inimigos naturais na área em que a cultura está sendo instalada após o

preparo do solo por implementos mecânicos.

A colonização ou recolonização de artrópodos benéficos ou entomopatógenos se dá, nas culturas anuais, através das áreas adjacentes ou próximas (naturais ou cultivadas). O abandono dos inimigos naturais ocorre nos tratos culturais pós-colheita (destruição de soqueira, arações, etc.), influenciados por fatores de alimentação, clima, fotofase, diapausa etc. Para o seu retorno por ocasião da safra seguinte depende da disponibilidade de alimento complementado pela ação de feromônios e caimônios, na atração de indivíduos colonizadores. Na Fig. 4 tal processo pode ser claramente percebido em cultura algodoeira. Os artrópodos predadores gerais são atraídos pelos pulgões *Aphis gossypii* (Glover) que corresponde a um dos primeiros insetos fitófagos que colonizam a cultura. Após se instalarem em função do alimento pulgão, os insetos predadores permanecem no agroecossistema atuando no controle biológico de outras pragas como o curuquerê *Alabama argillacea* (Huebner), a lagarta da maçã *Heliothis virescens* (Fabr.) e a lagarta rosada *Pectinophora gossypiella* (Saunderson), entre outras (Gravena 1990c).

Na cultura algodoeira, ainda se prestam para o trabalho de atração de inimigos naturais,

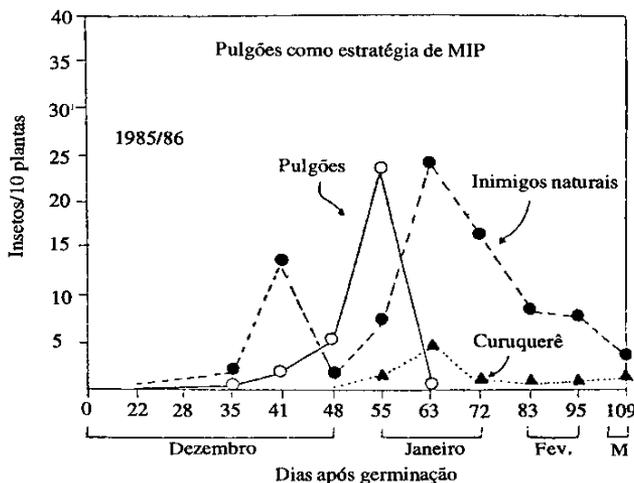


FIG. 4. Colonização de inimigos naturais em função do pulgão e "honeydew" no agroecossistema algodoeiro, 1987.

o próprio pulgão pelo seu produto secundário que é a "mela". Esta serve de chamariz para as formigas doceiras *Solenopsis* spp. e *Pheidole* spp. que atuam como predadores de lagartas e outras pragas. As outras espécies que atuam como alimento atrativo são as moscas brancas e os ácaros (Gonzales et al. 1982).

As culturas anuais que caracteristicamente não são atacadas na fase fenológica inicial por pragas secundárias, isto é, que não cause danos econômicos, e ao mesmo tempo exerça atração preferencial aos artrópodos predadores como é o caso do pulgão no algodoeiro, eles sofrem um processo de recolonização lenta e muitas vezes não efetivo no controle biológico posterior de pragas chaves. Um exemplo deste tipo de agroecossistema é aquele formado pela cultura do tomateiro.

A colonização e recolonização em culturas perenes e semiperenes ocorre em geral no interior dos seus próprios ecossistemas. O processo se dá em maior ou menor grau após as pulverizações realizadas pelo citricultor dependendo da extensão de área pulverizada e do efeito residual do agroquímico.

Os inimigos naturais migram ou se transferem de uma área para outra no âmbito de macroecossistema ou em torno de uma planta na forma de microecossistema. Em ambos os casos a colonização é um fenômeno regido pelos conceitos de densidade-dependência. Isto é, a ação dos inimigos naturais aumenta com o aumento da densidade da praga mas este crescimento da atividade dos primeiros em função da praga pode ou não resultar em controle biológico efetivo, dependendo de cooperação de outros fatores do ambiente no controle natural de pragas. Assim, a medida que uma população de cochonilha aumenta sua densidade num ano citrícola favorecido por tratos culturais usuais ou por desequilíbrio provocado por inseticidas há uma colonização por coccinídeos e parasitóides e reprodução destes por várias gerações. Se num pomar há abundância desses inimigos naturais entretanto estão espalhados pela área, uma população de cochonilha pode ficar na forma de infestação residual. O crescimento populacional pode ter

sido abortado nas primeiras gerações por influência dos artrópodos benéficos e auxílio de outros fatores ambientais como a diversidade de espécies.

No cafezal também ocorre a transferência de predadores e parasitóides por migração no macro e microecossistema. As vespas, por exemplo atuam no cafeeiro pela atividade forrageira na condição de inseto social. Depende, pois, mais de áreas de vegetação natural adjacentes ao cafezal para nidificação do que da existência de ninhos na própria árvore de café. Por outro lado a atuação de aranhas, formigas e parasitóides ocorre por migração planta a planta no cafezal.

A colonização e recolonização de uma cultura semiperene como a cana-de-açúcar deve ocorrer entre uma queima e outra que se faz para a colheita e por isso a transferência é feita ao nível de midiecosistema. Talhões adjacentes fornecem os poucos artrópodos predadores e parasitóides que num curto espaço de tempo se transferem para o talhão pós-queimada onde lentamente é reiniciada a brotação para reforma do ecossistema destruído.

CONTROLE BIOLÓGICO COMO TÁTICA

Num agroecossistema qualquer onde se deseje que uma praga chave (inseto ou ácaro que ocorre todos os anos causando danos econômicos) seja mantida em níveis subeconômicos o controle biológico de ocorrência já é uma tática de MIP implícita. No processo de controle natural de pragas a parcela do controle biológico exercido pelos inimigos naturais é a mais significativa e em torno dela é colocada a concepção do MIP. O controle biológico natural pode ainda ser maximizado pela inclusão de ações do controle biológico clássico (introdução de inimigos naturais), do controle biológico artificial (criação massal), do controle biológico por meio de microorganismos (bactérias, fungos, vírus e nematóides) e pela manipulação do meio ambiente (táticas ecológicas). O controle biológico na sua concepção

mais ampla é pois a base do MIP (Sterling et al. 1989) e encontra-se inserido na parte que se refere aos **fatores naturais limitantes** (Brader 1975).

Na cultura canavieira o controle biológico artificial da broca da cana, *Diatraea saccharalis* (F.) depois de ter passado pelo controle biológico clássico (importação das moscas taquínídeas *Lixophaga diatraea*, *Paratherezia claripalpis* e a vespinha *Cotesia flavipes*) é a principal tática de MIP (tática chave). Muitas vezes é considerada a tática única de MIP mas há o controle biológico natural por artrópodos predadores (formigas e aranhas) que são efetivos na ação contra a broca da cana *D. saccharalis* (Gravena et al. 1980a,b).

Para Huffaker & Stinner (1971) o MIP se desenvolve em função do controle biológico porque este se constitui no principal fator do controle natural. Dietrick (1972) mantém empresa privada de MIP na Califórnia baseada essencialmente no controle biológico natural com sucesso pleno.

Inimigos naturais chaves

Os artrópodos fitófagos tem suas densidades populacionais reguladas pela ação de um complexo de inimigos naturais presentes nos agroecossistemas. As espécies que realmente são pragas correspondem 10-20% como se fosse a parte visível de um iceberg (Huffaker & Stinner 1971). Aquelas incluídas nos 80-90% (a parte não visível do iceberg) não são consideradas pragas e estão em equilíbrio biológico com seus índices populacionais abaixo dos que causam danos econômicos.

Na cultura algodoeira há mais de 600 predadores de pragas, mas somente algumas espécies são consideradas chaves. Segundo Sterling (1984) apenas as seguintes espécies são chaves: *Solenopsis invicta* (Buren) (Hym: Formicidae), *Orius insidiosus* (Say), *Geocoris* sp. (Hem: Anthocoridae, Lygaeidae), *Hyppodamia convergens* (Guér. Ménev.); (*Cycloneda sanguinea* (L.) e *Coleomegilla maculata* (De G.) (Col.: Coccinel.), *Pseudato*

mosceles seriatus (Reuter) (Hem: Miridae) e as aranhas *Chiracanthium inclusum* (Hentz) e *Oxyopes salticus* (Hentz), causando mortalidade média de ovos de *Heliothis* spp. em 93% as 72 horas após a exposição aos citados predadores.

Este autor define **predador chave**: "toda espécie que fornece valor previsível para previsão de tendência populacional da praga e é capaz de fornecer mortalidade insubstituível por outro predador". Mortalidade insubstituível ou não-resposta é aquela porção da mortalidade total da geração (Tabelas de vida ecológica) contribuída por um agente particular e não resposta por outro IN". Ainda segundo Sterling (1984), **Predador Índice** é aquele que fornece valor para a previsão da tendência populacional da praga mas pode ou não regular a população". Um predador índice pode ser também um predador chave se depois de constatado que o mesmo é altamente inversamente correlacionado com a abundância do predador é relacionado causativamente ao declínio da praga e realmente fornece mortalidade insubstituível. Um exemplo é a ação de coccinélídeos sobre ovos de *Heliothis* spp.

Parasitóide chave - É aquele que lidera, em frequência e eficácia entre outros parasitóides, no parasitismo de determinada espécie de praga chave ou secundária num agroecossistema. *Aphytis hispanicus* (Mercet) (Hym: Aphelinidae) é o parasito chave da cochonilha *Parlatoria cinerea* Hadden que ataca citrus. *Proacrias coffeae* Ihering é o parasito chave do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville). *Prorops nasuta* Waterston (Hym: Bethyidae) é o parasitóide chave da broca do café *Hippotenemus hampei* (Ferrari). Outros exemplos podem ser citados como *Campoletis sonorensis* Cameron que parasita a lagarta da maçã do algodoeiro *Heliothis virescens* (Fabr.) ou broca grande do tomateiro *Heliothis zea* (Boddie). *Apanteles glomeratus* Linnaeus é o parasitóide chave do curuquerê da couve *Ascia monuste* (Latreille). Praticamente todos os insetos apresentam um parasitóide chave

que atua ao lado dos predadores e entomopatógenos chaves no controle biológico em complementação.

Entomopatógeno chave - É a doença de vírus, bactéria ou fungo que ocorre com maior frequência sobre uma determinada praga chave ou secundária ocasionando epizootias quando as condições são favoráveis. Nos pulgões é o fungo *Entomophthora aphidis* que se alastra quando a umidade relativa alcança 80% sob temperatura de 24°C e precipitação pluviométrica de 11 mm. O fungo *Hirsutella thompsonii* Fischer ataca o ácaro *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead em citrus quando ocorre > 90% de UR e 26-27°C (McCoy & Selhime 1977). A doença entomológica chave clássica é *Nomurea rileyi* (Farlow) que incide sobre a lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Huebner quase todos os anos evitando o uso de agrotóxicos para o seu controle. *Aschersonia aleyrodes* Webber é um fungo de categoria chave para a mosca branca *Dialeurodes citrifolii* (Morgan) e a cochonilha pardinha *Selenaspi dus articulatus* (Morgan) em citrus. A doença chave de vírus mais conhecida é o *Baculovirus anticarsia* que aparece infectando a lagarta da soja ao lado do fungo *N. rileyi*. Poucas doenças de bactéria de ocorrência natural são citadas como chave sobre pragas. *Bacillus thuringiensis* Berliner que é utilizado na forma de pulverização em lagartas de lepidópteros foi desenvolvido a partir de coletas do mesmo solo onde ocorre em condições naturais.

Níveis de ação

Na aplicação dos princípios do MIP a tomada de decisão para o controle das pragas chaves é um processo que enfrenta certas limitações como as de natureza conceitual e prática (Sterling 1984). Este autor comenta que o "limiar de dano" é utilizado hoje em MIP para a tomada de decisão de aplicação de inseticidas de forma emergencial. Raramente se usa o limiar de dano como parâmetro para o emprego de táticas de controle biológico, cultural etc, que são curativas sobre as pragas.

No lugar de "limiar de dano", Sterling (1984) propõe a concepção de "níveis de ação" e "não-ação". São determinados em função de fatores econômicos e ecológicos. Os valores que contribuem para o estabelecimento de níveis de ação são provenientes dos lucros auferidos, da produtividade da cultura, da estabilidade ambiental, da redução dos riscos, da diminuição da poluição e da conservação de energia. Os níveis de ação são sempre provisórios pois os ajustes nos "limites econômicos" devem ser exercitados num esforço contínuo em sistemas de MIP.

Sterling (1984) apresenta ainda a noção de modelos como forma de previsão de níveis de ação que chama de "modelos de níveis de ação". Mas antes de se obter valores de níveis de ação por previsão é necessário passar por "modelos de ação" que permite a determinação da necessidade de tomada de ação. Através de modelagem por computação o objetivo é desenvolver modelos de "ação" onde decisões de manejo de pragas são feitas sem a necessidade de decisão de campo por amostragem para se fazer uso de previsões. Os modelos de níveis de ação devem ser úteis, pois, no desenvolvimento de modelos de ação.

Níveis de não-ação (NNA)

A presença dos predadores, parasitóides e entomopatógenos em plantas atacadas por pragas chaves e secundárias raramente é considerada na aplicação do MIP nas culturas. Os inimigos naturais são apenas citados mas não quantificados através de amostragem para auxiliar na tomada de decisão para agir contra a praga. As monitorias convencionais ou sequenciais apenas enfocam as pragas chaves e em função dos Níveis de Ação (NA) são decididas as medidas de contenção para evitar danos.

Num sistema avançado de MIP um novo fator ou parâmetro está sendo acrescentado na tática de amostragem para tomada de decisão. É o Nível de Não-Ação (NNA). Aspectos econômicos e ecológicos devem influir na determinação e uso do NNA num agroecossistema. Estão calcados nos **modelos de ação** aborda-

dos no item anterior. As táticas preventivas ecológicas, que são previstas num planejamento prévio de MIP e visam atingir uma estabilidade adequada no agroecossistema contra as pragas, é um **modelo de ação** que pode influir decisivamente nos NNA.

“Nível de não-ação”, no contexto dos modelos de ação em MIP é definido pois como sendo a relação **benéfico-chave: praga-chave** obtido por meio das amostragens convencionais ou sequenciais mediante a qual se decide não agir contra a praga por previsão de controle biológico efetivo a posteriori”.

O NNA para *Heliothis* spp. avaliado por Sterling (1984) no Texas é quando ocorrer 1 predador chave para cada ovo da praga presente na planta. Segundo o mesmo autor quando 15-20% dos ponteiros de algodão tiver 1 percevejo *Rhinacloa* prevê-se que 80-100% dos ovos de *Heliothis* irão ser consumidos. A Tabela 1 contém a previsão de predação de *Heliothis* spp. em algodoeiro segundo trabalho realizado por Ables et al. (1978). Com base nos dados da tabela e no NA de 6050 larvas/ha verifica-se que quando a amostragem indicar uma relação predador: praga de 3:1 há uma eficiência de 81% na redução de botões danificados e de 77% de maçãs, danificadas. O NNA é pois 3:1 que corresponde manter a população da praga em torno do NA que é 6050 larvas/ha. Pela Figura 5 pode-se prever a relação desejada para um CB desejado.

Os NNA do curuquerê do algodoeiro *Alabama argillacea* (Huebner) foram estudados nos Estados Unidos por Gravena & Sterling (1983) e no Brasil por Gravena et al.

(1983), Gravena & Pazetto (1987) e Cunha (1987). Para que o NA de 3 lagartas maiores de 1,5 cm não seja atingido é necessário a presença de pelo menos 1 predador chave para cada 2 lagartas presentes (Fig. 6). Para que haja uma mortalidade desejada de 90% de ovos o número de predadores chaves requerido é de 5 para cada ovo na planta (Fig. 7). Se a avaliação se faz sobre larvas de 1º ínstar é preciso que ocorra 2 predadores chaves para cada larvinha existente em 1 metro linear para que o nível de infestação permaneça em 1-3 larvas de 1º ínstar/metro linear (Fig. 8).

Fillman & Sterling (1983) calcularam que o NNA para o bicudo *Anthonomus grandis* (Boheman) no leste do Texas, em condições especiais, quando numa amostragem ocorrer 0,4 formigas *Solenopsis in victa* Buren por ponteiro batido em recipientes, causando controle da praga em 90% das vezes.

Para o ácaro da ferrugem dos citros na Flórida os NNA utilizados são (1) quando ocorrer 3 ácaros infectados ou mortos por *H. thompsonii* por cm² de amostragem (Knapp & Fasulo 1983) ou (2) quando 50% dos ácaros estão com sintomas da mesma doença (Townsend 1976).

AUMENTO E PRESERVAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS

O incremento das densidades de inimigos naturais num agroecossistema pode ser alcançado principalmente por meio das seguintes formas: 1) manipulação ambiental para atrações

TABELA 1. Previsão de predação de *Heliothis* spp. em algodoeiro (adaptado de Ables et al., 1983).

Predadores nº por ha	Nº máximo larva grande Relação.Predador: praga	Nº máximo de maçãs por ha	% Botões danificados % CB	% maçãs danificadas % CB
0	34800	-	27,9	-
23150	7580	3:1	5,4	81
46300	3350	14:1	2,2	92
92600	1345	69:1	1,2	96

N.A. = 6050 larvas/ha.

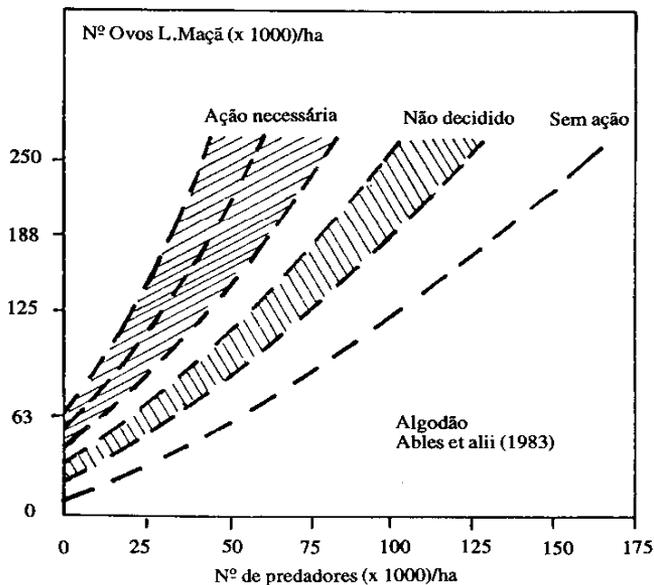


FIG. 5. Decisão de ação em função do número de predadores (X1000)/ha e o número de ovos de lagarta da Maçã (X1000)/ha (de Ables et al., 1983).

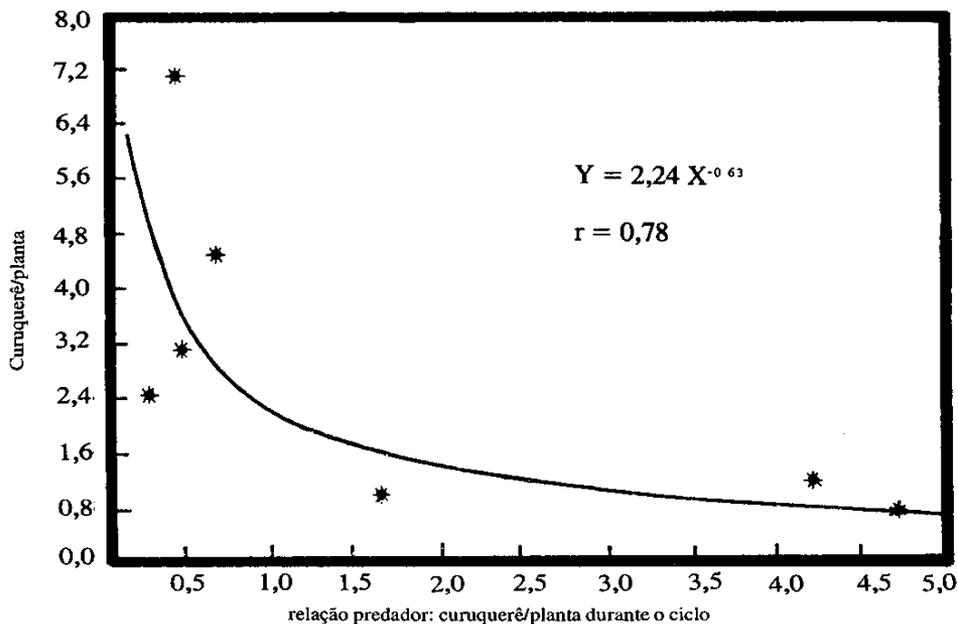


FIG. 6. Previsão do número de predadores/planta necessários para manter o curuquerê do algodoeiro abaixo de nível de dano econômico (de Gravena et al., 1983).

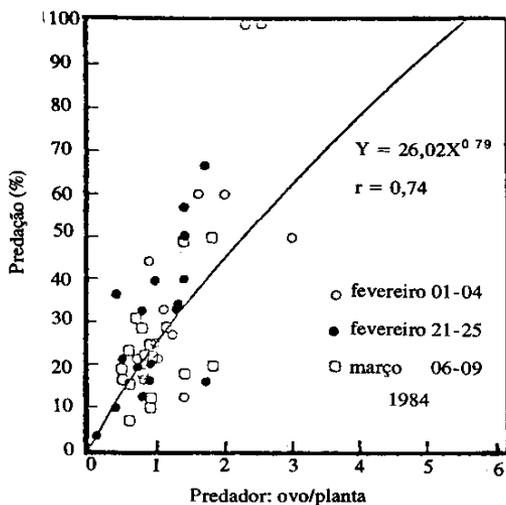


FIG. 7. Níveis de não-ação para ovos de curuquerê do algodoeiro expresso em predador/ovo/planta

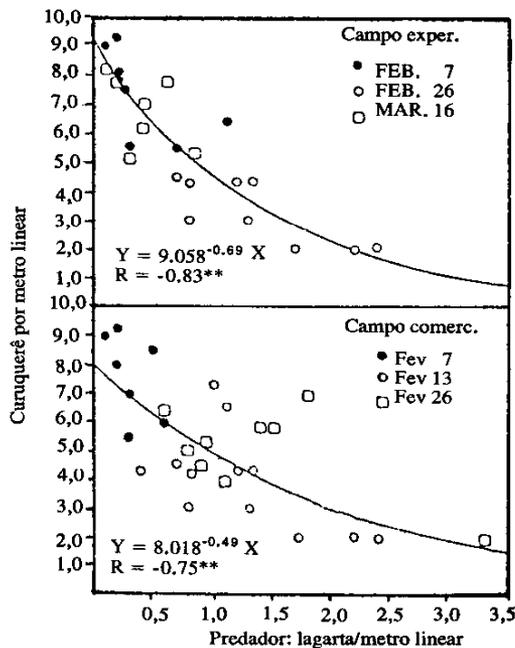


FIG. 8. Níveis de não-ação para curuquerê do algodoeiro, 1º instar larval.

e reprodução de espécies benéficas; 2) introdução de espécies de inimigos naturais exóticos; 3) criação e liberação de inimigos naturais introduzidos ou nativos; 4) produção e aplicação de microorganismos benéficos (entomopatogênicos); 5) preservação dos inimigos naturais nativos, introduzidos ou incrementados.

1. Manipulação ambiental

Sob a denominação de “manipulação ambiental” está a utilização de qualquer prática agrônoma que vise o aumento e preservação de inimigos naturais que irão exercer o controle biológico das pragas chaves secundárias nos agroecossistemas (Komarek 1969; Brazzel 1969; Muma 1970). É a tática de se aplicar o princípio de diversidade de habitat (DeLoach 1970).

No contexto de manipulação ambiental concorre forte participação das estratégias e

táticas de manejo de plantas invasoras ou competidoras, de doenças fitopatogênicas, de tratamentos culturais e de adubos e fertilizantes. Em última análise todos esses sistemas de manejo apresentam interfaces que deve atuar em harmonia para o manejo completo do agroecossistema produtivo.

Manejo do mato - As culturas perenes como citrus e café são mais apropriadas para a exploração das potencialidades das plantas que nascem, crescem e se reproduzem entre as árvores. A preservação e manejo da “cobertura verde” formada pela vegetação nativa ou cultivo de leguminosas ou gramíneas tem a propriedade de servir de abrigo para reprodução e desenvolvimento de espécies benéficas. As vantagens da manutenção e manipulação da cobertura verde em culturas perenes não se restringem ao aumento do controle biológico de pragas mas a uma maior estabili-

dade ecológica do agroecossistema. Esta estabilidade se reflete positivamente no equilíbrio nutricional, no aproveitamento de água, nas propriedades físicas do solo, no aproveitamento de nutrientes e oxigênio pela farta extensão de radículas, na não produção de poeira pelos implementos, na diminuição da erosão laminar, na diminuição da temperatura do solo e da copa, no aumento da umidade relativa do ar na copa das árvores e outras vantagens. Muitas pesquisas trataram destes aspectos mas Elmore (1989) na Califórnia em *Prunus amygdalus* e Ming-Dau et al. (1981) em citrus na República Popular da China, região de Cantão demonstraram virtualmente as vantagens da cobertura

verde. Com a manutenção e cultivo do mentrasto *Ageratum conyzoides* Linnaeus em pomar cítrico os chineses provaram que no ar da copa da planta a temperatura diminui cerca de 5°C e a umidade relativa aumenta 5%. A temperatura e a UR diminui em 8,4°C e aumenta em 13,5%, respectivamente, quando medido a 10 cm de altura do solo com o mentrasto presente. A 10 cm de profundidade a temperatura é reduzida em 3°C (Tabela 2). Com relação aos teores de N, P e K, os autores demonstraram que houve um ligeiro aumento nas parcelas com mentrasto (Tabela 3). Acreditam os chineses que todos estes parâmetros tiveram participação na criação e manutenção do ácaro

TABELA 2. Influência do mentrasto *Ageratum conyzoides* sobre a temperatura e a umidade do ar no ecossistema cítrico, sul da China (MING-DAU et al., 1981).

Parâmetros	Com mentrasto		Sem mentrasto	
	t°C	UR%	t°C	UR%
Ar na copa planta	36,96	51,08	42,38	46,15
diferença	-5,42	+4,93	-	-
Dez cm sobre solo	35,19	56,00	43,62	42,54
diferença	-8,43	+13,46	-	-
Dez cm sob solo	34,15	-	37,19	-
	-3,04	-	-	-

TABELA 3. Influência do mentrasto nos teores de NPK no solo e na planta cítrica, sul da China (MING-DAU et al., 1981).

Porcentagem		Com mentrasto		
		Solo	Citrus	Mentr.
Nitrogênio	C	0,076	2,513	2,311
	S	0,058	2,386	-
Fósforo	C	0,062	0,351	0,510
	S	0,052	0,334	-
Potássio	C	1,635	1,346	2,469
	S	0,907	1,262	-

predador *Euseius newsami* Evani (Acari: Phytoseiidae) que exerceu controle biológico do ácaro vermelho *Panonychus citri* (McG.) na copa da árvore, além da existência da flor e pólen, principal razão do aumento do ácaro predador.

Plantas atrativas de inimigos naturais - A manutenção e manejo do mato em culturas anuais é um processo mais difícil do que nas perenes pela curta duração do ciclo vegetativo (Gravena 1990a,b). Entretanto, pode-se deixar ilhas ou faixas de vegetação nativa na área cultivada ou adjacências, e período de entressafra com crescimento voluntário das espécies nativas onde a reprodução e desenvolvimento de inimigos naturais é livre e migrariam para a cultura explorada. No modelo de ação ou planejamento prévio de aplicação das táticas de MIP o consorciamento da cultura principal com outra espécie vegetal na base de 10% ou menos da área cultivada é a prática que deu certo para a atração de inimigos naturais e segue o princípio de diversidade de habitats, em direção da estabilidade ecológica do agroecossistema sem comprometer a produção de fibras e sementes. O plantio de plantas atrativas de inimigos naturais já foram testadas com êxito nos seguintes agroecossistemas:

Alfafa no algodão - O exemplo clássico de transferência de inimigos naturais de uma cultura (secundária) para outra (principal) é o cultivo de faixas de alfafa na área do algodão, na Califórnia (Stern 1969).

Milho no algodão - Jimenez & Carrillo (1978), estudaram a influência de 6 linhas de milho para cada 20 ruas de algodão no México. O número de ovos de *Heliothis* spp. não ultrapassou de 15 por 100 ponteiros nas parcelas com milho intercalado contra densidades 2 a 3 vezes maior nas parcelas sem milho. A consequência desta diferença foi de que o aumento de *Chrysopa carnea* (Stephen) e *Geocoris* spp. foi de 3 vezes ou mais na presença do milho.

Sorgo no algodão - Teetes (1975) demonstrou que o sorgo granífero foi positivo na transferência de artrópodos predadores para o algodão controlando as pragas deste. As duas espécies de pulgões que ataca o sorgo, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) e *Schizaphis graminum* (Rondani) não ocorrem no algodão e atraem crisopídeos, coccinélídeos, sirfídeos etc. e a mosca *Contarinia sorghicola* atrai o percevejo "pirata da flor" *Orius* spp. para o algodoeiro onde irá controlar lagartas de lepidópteros.

Sorgo no tomateiro - O mesmo processo que foi comprovado para o algodoeiro serviu para reduzir a incidência do mosaico dourado no tomateiro rasteiro através do aumento significativo de predadores do vetor mosca branca *Bemisia tabaci* Genn. (Gravena et al. 1984). A população de ninfas e adultos do vetor foi inversamente proporcional a predadores sob diferentes faixas de sorgo circundando as parcelas de tomate (Tabela 4).

TABELA 4. Influência de faixas de sorgo na incidência de mosca branca, artrópodos predadores e mosaico dourado em tomateiro rasteiro (de Gravena et al., 1987).

Faixas de sorgo (m)		<i>B. tabaci</i> adultos por planta	Artrópodos predadores/planta	Plantas com mosaico (%)
0		4,9a	0,8a	6,7a
5		4,4b	3,8b	6,8a
10		3,8c	8,8c	4,6c
15		3,5d	10,6d	5,2b
20		3,2d	10,1d	5,0b
25		2,8e	13,7e	3,8c
Coef. Correlação	R	0,99	0,95	0,87

Substâncias atrativas de inimigos naturais - No lugar de plantas atrativas ou acrescentando-se a estas, a pulverização de substâncias atrativas e alimentares de inimigos naturais é um processo bem sucedido. Na natureza estas substâncias aparecem na forma do "honeydew" produzido pelos homópteros que atraem insetos predadores parasitóides (já comentado em colonização). Também surgem na forma de exudato de plantas, néctar e pólen das flores. O plantio de espécies florícolas, portanto, serve a estes últimos propósitos mas a pulverização de substâncias nutritivas e atrativas atraem certas espécies de predadores como veremos.

Hagen et al. (1970) estudaram a aplicação de substâncias atrativas e nutritivas em alfafa e algodão como forma de substituição de "Honeydew" natural e pólen, quando estão ausentes nos citados agroecossistemas. Segundo os autores a pulverização de alimentos pode aumentar a eficiência de inimigos naturais. O uso de Proteína Hidrolizada Enzimática de fermento (*Saccharomyces cerevisiae*) misturados com açúcar e água quando aplicados em

alfafa e algodão atraíram *Chrysopa carnea* e induziram-nas a depositar cerca de 3 vezes mais o número de ovos do que na testemunha. Dietas compostas de fermento mais barato como *Saccharomyces fragilis* e seu substrato, misturado com açúcar e água produziram resultados similares em *Chrysopa carnea* e coccinélídeos aos conseguidos com o fermento de proteína hidrolizada que é mais dispendioso (Figura 9). Os mesmos autores alertam para o "honeydew" artificial funcionar é preciso que *Chrysopa* ou coccinélídeos adultos estejam presentes na área ainda que em densidades baixas. Lembra também que juntamente com alimentos artificiais é necessário a manutenção de refúgios artificiais nas monoculturas para reter os inimigos naturais com as populações aumentadas pelas pulverizações de substâncias atrativas.

Falcon & Smith (1974) indicam a seguinte mistura para atração de crisopídeos em algodão: 4 partes de levedo de cerveja, 7 partes de açúcar e 10 de água. Hagen et al. (1970) indicam a proporção de 4,8:5,8:20 de fermento (*S. fragilis*), açúcar e água para aumento de ovos de *Chrysopa carnea* em algodão.

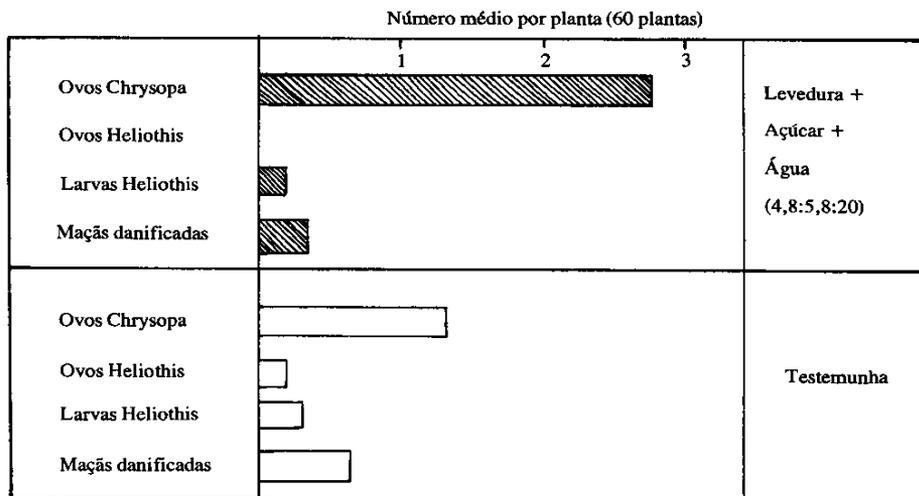


FIG. 9. Número médio de *Chrysopa carnea* (ovos), lagarta da maçã (ovos e larvas) e maçãs danificadas em plantas de algodão pulverizadas com levedura (*Saccharomyces fragilis* e seu substrato) + açúcar + água + (4,8:5,8:20) (De Hagen et al., 1970).

2. Introdução de espécies benéficas exóticas

A introdução de inimigos naturais se constitui na forma clássica de controle biológico e é mais útil para controle biológico de praga introduzida por acidente numa região onde ela não existia. O exemplo mais bem sucedido foi aquele da joaninha *Rodolia cardinalis* importada na Austrália e introduzida na Califórnia em 1888 para controle da cochonilha australiana *Icerya purchasi* Maskell. Esta espécie, juntamente com a mosca parasita *Chryptochaetum inceriae* (Williston) reduziram a cochonilha a níveis abaixo dos de dano econômico (Doutt 1958). No Brasil a introdução mais antiga e conhecida foi da "vespa de Uganda" *Prorops nasuta* (Wasterstson) contra a broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Para DeBach (1971), das 120 espécies introduzidas no mundo todo até 1970 apenas 35% tiveram sucesso completo. Nos países tropicais e subtropicais 60 e 45% das introduções foram bem sucedidas contra apenas 33 e 24% nos temperados-subtropicais e temperados, respectivamente, muito embora, por questões econômicas muito poucas introduções foram feitas naqueles países. No Brasil realizaram-se cerca de 18 introduções até o momento nas principais culturas de interesse econômico.

3. Criação e liberação de espécies benéficas

Um dos grupos de espécies benéficas mais exploradas no mundo todo é o *Trichogramma* (Hym: Trichogrammatidae). Entretanto, apesar de tecnicamente aprovado a criação de trichograma para controle biológico de ovos de lepidópteros sua adequabilidade econômica é questionada por muitos autores. King et al. (1985) concluíram que liberações de *T. pretiosum* para controle de *Heliothis* spp. em algodão nos Estados Unidos não compensam economicamente, o que não ocorre em países como União Soviética, China e Brasil onde a mão-de-obra ainda é barata. A criação de *Trichogramma* spp. para controle de ovos de

lepidópteros é sempre uma possibilidade de êxito nos sistemas de MIP mas há também a incógnita de perder o seu efeito quando altas densidades de predadores de ovos estão presentes durante as primeiras gerações de espécies de lepidópteros numa cultura.

A criação de parasitóides para controle da broca da cana no Brasil é uma prática consagrada pelas usinas de açúcar e álcool. Inicia-se atualmente no Brasil programas de criação massal de ácaros fitoseídeos predadores de ácaros pragas em citrus, macieira, floricultura etc.

A criação e liberação de inimigos naturais pode ser do tipo **inoculativa, suplementar ou inundativa**. Inoculativa é quando se pretende restabelecer uma população de inimigo natural reduzida a zero por um fator qualquer. Com exemplos podem ser citados a de ácaro predador após reduzido a zero, a de *Cotesia flavipes* (Cameron) após a queima da cana para colheita ou a de parasitóides de cochonilhas introduzidas como os do grupo *Aphytis* (Afelinídeos) para controle biológico de diaspídeos em citrus. Entende-se pois por inoculativa, quando pequena porção de indivíduos do inimigo natural é liberada para depois se auto reproduzir no agroecossistema.

A liberação suplementar é feita quando a praga está escapando do controle pelo aumento populacional ou quando a população do inimigo natural é caracteristicamente baixa. Um exemplo é a liberação do ácaro fitoseídeo *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) em macieira. Com 128 ácaros/árvore ocorre < 15 ácaros *Tetranychus urticae* Koch por folha. Com zero ácaro/árvore há a ocorrência de 120 ácaros rajados/folha (Stehr 1982).

A liberação **inundativa** normalmente é confundida com a **inoculativa**, que é feita em canalial ou quando a população de um inimigo natural chegou a zero após um fator qualquer. É que a liberação pode também ser massal do tipo inundativo para controle biológico efetivo da broca da cana por *C. flavipes* ou por *Phytoseiidae* contra ácaros fitófagos. Tais liberações inundativas funcionam como se fosse aplicação de um inseticida. Um exemplo

clássico é o uso do *Trichogramma* em grande quantidade para controle biológico de ovos de lepidópteros. Mais uma vez a questão econômica tem papel importante na adequabilidade de qualquer programa de criação e liberação inundativa.

4. Produção e aplicação de entomopatógenos

As doenças entomopatogênicas são também grandes auxiliares do MIP. Devido os cuidados que os patógenos necessitam em questão de temperatura, umidade relativa e densidade da praga para a sua performance há uma virtual dependência dos mesmos à aplicação dos princípios ecológicos do MIP. A pulverização de formulações ou suspensões de vírus, bactérias, fungos ou nematóides deixa de ter sucesso no controle de uma praga se esta não estiver em alta densidade, se a técnica não for bem feita, se as condições climáticas não forem adequadas e se o estágio de crescimento da praga não for o mais propício para a epizootia que se deseja.

Todos os patógenos de insetos ou ácaros apresentam alto potencial de aplicabilidade no MIP e com razoável seletividade. Entretanto os específicos são os mais indicados para o MIP como o *B. thuringiensis* contra lepidópteros cuja seletividade alcança 100% em relação aos inimigos naturais ou os vírus que são ainda mais específicos. Há outros, por outro lado, que são de largo espectro de ação como *Metarhizium* e *Beauveria* e podem provocar efeitos colaterais sobre insetos e ácaros benéficos.

5. Preservação de inimigos naturais

Nenhum programa de controle biológico poderá ser elaborado e implementado se não estiver acompanhado de outro programa cuidadoso que trate da seletividade de defensivos ou da aplicação seletiva dos produtos não seletivos (Stehr 1982; Metcalf 1982). As seletividades fisiológica e ecológica são pois obrigatórias no MIP para que o controle biológico (seja ele natural, clássico ou artificial) tenha

pleno êxito. A noção de seletividade ganha mais importância quando se tem em mente que todo MIP é calcado no controle biológico como faz crer o exposto neste artigo. Portanto, a seletividade fisiológica que normalmente se conhece via estudos toxicológicos sobre inimigos naturais chaves e a ecológica que se consegue determinar via ensaios de campo, são aliados importantes do controle biológico dentro do MIP.

CONCLUSÃO

O controle biológico é a principal tática do MIP. Este será pleno se aquele estiver amplamente concebido e aplicado nos agroecossistemas. A dependência é recíproca pois se o MIP não apresentar-se com características fortemente ecológicas o controle biológico fica altamente comprometido e todo o esforço se perde na manutenção e aumento dos inimigos naturais no agroecossistema.

Com a expansão do manejo integrado de pragas que hoje se vê no Brasil e sua popularização entre os agricultores e a sociedade, os trabalhos técnico-científicos em torno do controle biológico ganha maior importância e merece mais atenção do poder público onde os custos de sua implementação encontram maior resguardo. Somente com a generalização da prática de controle biológico é que os conceitos do MIP podem evoluir para o desejado manejo ecológico de pragas e com isso oferecer ao meio ambiente e à sociedade mais qualidade e proteção sem comprometer a produção de alimentos e fibras.

REFERÊNCIAS

- ABLES, J.R.; JONES, S.L.; McCOMMAS JUNIOR, D.W. Response of selected predator species to different densities of *Aphis gossypii* and *Heliothis virescens* eggs. *Environmental Entomology*, v.7, n.3, p.402-404, 1978.

- BRADER, L. Integrated control, a new approach in crop protection. In: C.R. SYMP. Lutte intégrée en vergers, 5., 1974. Bolzano, Itália, 1975. p.9-16. (Boletim OILB/SROP.).
- BRAZZEL, J.R. Environment control measures used in plant pest control programs. **Proceedings of Tall Timbers Conference Ecological Animal Control Habitat Management**, v.1 p.29-36, 1969.
- CROFT, B.A.; ADKISSON, P.L.; SUTHERT, R.W.; SIMMONS, G.A. Applications of ecology for better pest control. In: HUFFAKER, C.B.; RABB, R.L. (Ed.). **Ecological entomology**, New York: John Wiley, 1984. p.763-795.
- CUNHA, H.F. da. **Predação natural em lagartas de *Abaloma argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera-noctuidae) em cultura do algodoeiro**. Jaboticabal: UNESP, 1987. 84p. Dissertação Mestrado.
- DeBACH, P. The use of imported natural enemies in insect pest management ecology. **Proceedings of Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control. Habitat Management**, v.3, p.25-27, 1971.
- DeLOACH, C.J. The effect of habitat diversity on predation. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control. Habitat Management**, v.2, p.223-242, 1970.
- DIETRICK, E.J. Private enterprise pest management based on biological controls. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control. Habitat Management**, v.4, p.24-25, 1972.
- DOUTT, R.L. Vice, virtue and the vedalia. **Entomological Society of America Bulletin**, v.4, n.4, p.119-123, 1958.
- ELMORE, C.L. Vegetation management systems in almond orchards. **California Agriculture**, v.43, n.4, p.16-17, 1989.
- FALCON, L.A.; SMITH, R.F. **Manual de control integrado de plagas del algodonoero**. Berkeley: Universidad da California, 1974. 87p. (Boletim AGPP:MISC/8).
- FILLMAN, D.A.; STERLING, W.L. Killing power of the red imported fire ant (Hym: Formicidae): a key predator of the boll weevil (Col.: Curculionidae). **Entomophaga**, v.28, p.339-344, 1983.
- GONZALES, D.; PATTERSON, B.R.; LEIGH, T.F.; WILSON, L.T. Mites: a primary food source for two predators in San Joaquim Valley cotton. **California Agriculture**, v.13, n.2, p.18-20, 1982.
- GRAVENA, S. Estratégias e táticas de MIP algodoeiro no Brasil. In: SIMP, 1., 1990, Jaboticabal. **Anais... Jaboticabal: [s.n.]**, 1990b p.1-14.
- GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas no pomar cítrico. **Laranja**, Cordeirópolis, v.11, n.1, p.205-225, 1990a.
- GRAVENA, S.; ARAUJO, C.A.M.; CAMPOS, A.R.; VILLANI, H.C.; YOTSUMOTO, T. Estratégias de manejo integrado de pragas do algodoeiro em Jaboticabal, SP, com *Bacillus thuringiensis* Berliner e artrópodes benéficos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.9, n.1, p.97-113, 1980a.
- GRAVENA, S.; BARA, J.R.; SANGUINO, J.R. Eficiência de inseticidas e *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle da broca da cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e seus efeitos sobre artrópodos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.9, n.1, p.97-113, 1980a.
- GRAVENA, S.; BARA, J.R.; SANGUINO, J.R. Eficiência de inseticidas e *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle da broca da cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e seus efeitos sobre artrópodos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.9, n.1, p.97-113, 1980a.
- GRAVENA, S.; CHURATA-MASCA, M.G.G.; ARAI, J.; RAGA, A. Manejo integrado da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinado visando redução de virose do mosaico dourado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.13, n.1, p.35-45, 1984.
- GRAVENA, S.; PAZETTO, J.A. Predation and parasitism of cotton leafworm eggs, *Alabama artillacea* (Lep.: Noctuidae). **Entomophaga**, v.32, n.3, p.241-248, 1987.

- GRAVENA, S.; SANGUINO, J.R.; BARA, J.R. Controle biológico da broca da cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) por predadores de ovos e *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.9, n.1, p.87-95, 1980b.
- GRAVENA, S.; STERLING, W.L. Natural predation on the cotton leafworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v.76, n.4, p.779-784, 1983.
- HAGEN, K.S.; SAWALL JUNIOR, E.F.; TASSAN, R.L. The use of food sprays increase effectiveness of entomophagous insects. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control. Habitat Management**, v.2, p.59-81, p.1970.
- HUFFAKER, C.B. MESSENGER, P.S.; DEBACH, P. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. In: HUFFAKER, C.B. (Ed.). **Biological control**. New York: Plenum, 1971. p.16-62.
- HUFFAKER, C.B.; STINNER, R.E. The role of natural enemies in pest control programs. In: entomological essays to commemorate the retirement of Professor K. Yasumatsu. Tokyo: Ed. Hokuryukan, 1971. p.333-350.
- JIMENEZ, A.J.G.; CARRILLO, S.J.L. Fauna insectel benéfica en algodonoero con maiz intercalado, comparada con algodonoero solo. **Agricultura Técnica in Mexico**, v.4, n.2, p.113-154, 1978.
- KING, E.G.; COLEMAN, R.J.; PHILLIPS, J.R.; DICKERSON, W.A. *Heliothis* spp. and selected natural enemy populations in cotton: a comparison of three insect control programs in Arkanzas (1981-1982) and North Carolina. **Sowthwestern Entomological**, v.8 p.71-98, 1985. Supplement.
- KNAPP, J.L.; FASULO; T.R. Citrus rust mite. In: **Florida citrus integrated pest and crop management handbook**. (s.1.): University of Florida, 1983. 70p. (Florida Coop. Ext. Service.).
- KOMAREK, S.R.E.V. Environment management. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control. Habitat Management**, v.1, p.3-12, 1969.
- MCCOY, C.W.; SELHIME, A.G. The fungus pathogen, *Hirsutella thompsonii*, and its potential use for control of the citrus rust mite in Florida. **Proceedings of International Citrus Congress, 1973, Murcia, Espanha, 1973. Proceedings...** [s.1]: International Society of Citriculture, 1977. p.521-529.
- METCALF, R.L. Insectides in pest management. **Proceedings of International Citrus Congress**, v.2, p.521-529, 1973.
- MING-DAU, H.; SIU-WUI, M.; SHV-XIN, L. Biological control of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) in Guangdong Province. **Proceedings of International Society of Citriculture**, p.643-646, 1981.
- MUMA, M.H. Preliminary studies on environmental manipulation to control injurious insects and mites in Florida citrus groves. **Proceedings of Tall Timbers Conference Animal Control Habitat Management**, v.2, p.23-10, 1970.
- RABB, R.L.; DeFOLIART, G.R. KENNEDY, G.G. An ecological approach to managing insect populations. In: HUFFAKER, C.B.; RABB, R.L. (Ed.). **Ecological entomology**. New York: John Wiley, 1984. p.697-728.
- SOUTHWOOD, T.R.E.; WAY, M.J. Ecological background to pest management. In: RABB, R.L.; GUTHRIE, F.E. (Ed.). **Concepts of pest management**. North Caroline: North Cardine State University, 1970. 242p.
- STARK, R.W.; SMITH, R.F. Systems analysis and pest management. In: HUFFAKER, C.B. (Ed.). **Biological control**. New York: Plenum, 1971. p.331-342.
- STEHR, F.W. Parasitoids and predators in pest management. In: METCALF, R.L.; LUCKMAN, W.H. (Ed.). **Introduction to insect pest management**. 2.ed. New York: Wiley Interscience, 1982. p.135-173.
- STERN, V.A. Interplanting alfafa in cotton to control *Lygus* bugs and other insect pests. **Proceedings Tall Timbers Conference Ecological Animal Control. Habitat Management**, v.1, p.55-69, 1969.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; BOSCH, R. van den.; HAGEN, K.S. The integration of chemical and biological control of the spotted alfafa aphid. **Hilgardia**, v.29, n.2, p.81-101, 1959.
- STERLING, W.L. **Action & inaction levels in pest management**. Texas: College Station, 1984. 20p.

- STERLING, W.L.; EL-ZIK, K.M.; WILSON, L.T. Biological control of pest population In: FRISBIE, R.E. (Ed.). **Integrated pest management systems and cotton production**, New York: John Wiley, 1989. p.155-188.
- TEETES, G.L. Integrated control of arthropod pests of sorghum. In: **Symposium Integrated Control Arthropods Diseases Weeds Pest Cotton, Grain Sorghum Dec. Fruit**, 1975, Lubbock, Texas. **Proceedings...** Texas: 1975. p.24-41.
- TOWNSEND, K.G. Two year summary of extension integrated pest management program. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.89, p.59-62, 1976.