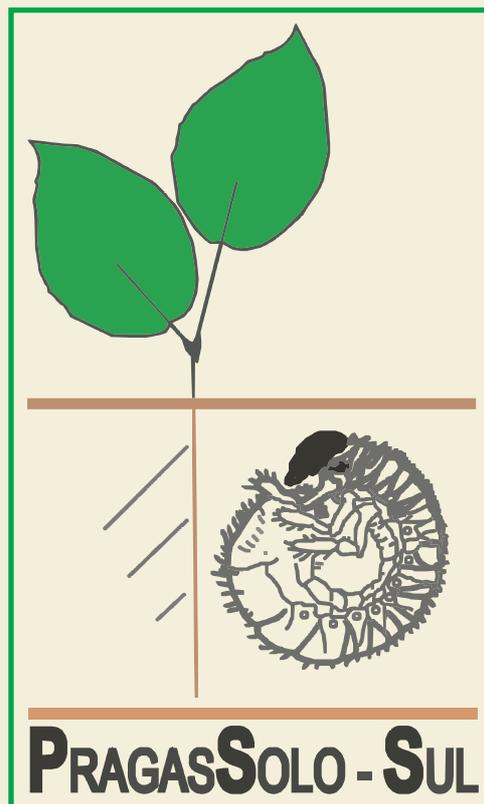


10ª Reunião Sul-Brasileira  
Sobre Pragas de Solo  
Pragas-Solo-Sul

## Anais e Ata



ISSN 1679-043X

Novembro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agropecuária Oeste  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 88**

### **10ª Reunião Sul-Brasileira Sobre Pragas de Solo**

#### **Pragas-Solo-Sul**

## **Anais e Ata**

Organizado por:

Crébio José Ávila

Rômulo Penna Scorza Junior

25 a 27 de setembro de 2007

Dourados, MS  
2007

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM DE PRAGAS DE SOLO

José Alexandre Freitas Barrigossi<sup>(1)</sup>

### INTRODUÇÃO

O manejo integrado de pragas (MIP) sustenta-se na premissa de que nem todos os insetos são pragas e que em alguns níveis populacionais, as pragas são toleráveis. O nível de dano econômico define quanto de injúria a planta pode suportar e o nível de controle define o nível de injúria no qual a medida de controle deve ser implementada (Higley & Pedigo, 1997). Desde que o nível de dano econômico foi proposto (Stern, 1959), muitos obstáculos têm limitado a sua adoção, dentre estes, a avaliação do nível populacional da praga, essencial para a tomada de decisão.

Como é impossível determinar o nível exato de injúria ou a densidade populacional da praga, a amostragem periódica das espécies chaves nos campos é o meio mais confiável para determinar a necessidade e o momento correto de efetuar o controle. Contudo, para que sejam obtidos resultados confiáveis, um programa de amostragem deve ser previamente estabelecido considerando a espécie e a cultura a serem manejadas.

Ao desenvolver um programa de amostragem, tanto para ser aplicado em pesquisa como para uso em manejo de pragas, surgem algumas perguntas, dentre elas: (i) como estimar uma população com um dado grau de precisão? (ii) quantas amostras devem ser retiradas? (iii) Como planejar um programa de amostragem? Para que essas perguntas sejam respondidas é necessário que a densidade e a distribuição da espécie em estudo sejam determinadas.

Para pragas de solo, existem menos resultados de estudos sobre sua amostragem do que para as pragas da parte aérea das plantas. Na amostragem de organismos de solos o esforço demandado é grande para que se tenha uma eficiência na recuperação dos indivíduos nesse ambiente. Além de as técnicas de amostragem disponíveis para insetos de solo requererem maior cuidado na sua utilização, as populações de muitas espécies de artrópodes de solo são encontradas espacialmente agrupadas (Toepfer et al., 2007) o que contribui para reduzir a precisão das estimativas obtidas em amostragem.

---

<sup>(1)</sup>Entomologista, Ph.D. *Embrapa Arroz e Feijão* - Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, Caixa Postal 179, CEP 75.375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: alex@cnpaf.embrapa.br.

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PRAGAS

O termo distribuição apresenta dois significados bem distintos. Em ecologia representa a forma que os indivíduos de uma espécie encontram-se arranjados no seu habitat ou no ecossistema. Em estatística representa a proporção de amostras com valores 0, 1, 2, 3, 4 ... etc organismos, mas sem considerar a forma que as unidades amostrais encontravam-se dispersas na superfície amostrada.

Existem muitas distribuições estatísticas que as populações de artrópodes podem se ajustar, mas as mais comuns são a binomial, a binomial negativa e a Poisson. A distribuição binomial é aplicável nos casos em que é necessário conhecer somente se a unidade amostral contém ou não o organismo. A amostragem baseada na presença/ausência pode ser uma alternativa apropriada nos casos em que a contagem de todos os organismos presentes na amostra for muito difícil. A distribuição binomial negativa é a mais encontrada em estudos bioecológicos de artrópodes e se caracteriza nas populações em que a variância é muito maior do que a média populacional. A distribuição de Poisson é uma distribuição aleatória onde a média da população aproxima-se da sua variância. Em ecologia, a palavra aleatória significa que ao dispersar, cada indivíduo tem igual oportunidade de ocupar qualquer unidade de habitat no ecossistema e se comportam independentemente um do outro (Young & Young, 1998).

A distribuição de probabilidade da população é importante de ser conhecida porque ela fornece informações necessárias para se obter a estimativa de parâmetros estatísticos indispensáveis para o desenvolvimento de planos de amostragem (Southwood, 1978), os quais são, por sua vez, essenciais para melhorar a eficiência no manejo da espécie. Combinada com a distribuição espacial, contribui para melhorar a acurácia da estimativa da injúria imposta pela praga e, conseqüentemente, fornecer uma melhor previsão da perda de produção (Hughes & McKinlay, 1988). Conhecendo-se a forma em que os organismos se distribuem no campo é possível ainda melhorar a rota de caminhamento no campo durante a amostragem e reduzir o número de amostras necessárias para estimar a média, sem perder a precisão da amostragem.

Tradicionalmente, a agregação tem sido medida por meio da relação entre a média e a variância (Taylor, 1984) e classificada em três categorias: agregada, ao acaso e uniforme. Entretanto, esse método não é suficiente para descrever a variação em uma escala espacial abrangente porque a localização das amostras não é considerada (Barrigossi et al., 2002). Atualmente, a tendência é usar funções de correlação, covariância e semivariância para descrever o padrão de distribuição das espécies. Esses três métodos são conhecidos coletivamente como geoestatística que usa, em conjunto, os valores da variável e sua localização para descrever a correlação entre pontos e direção. Assim, este método tem a vantagem de caracterizar o grau de contágio em várias escalas de distância e direções. A

análise de correlação espacial é uma técnica que pode ser aplicada a qualquer variável mapeada em uma área geográfica. A geoestatística permite descrever melhor a agregação porque, além do valor da variável, a sua localização é considerada na estimativa da correlação entre os pontos de amostragem. Em resumo, a geoestatística esclarece se o valor observado da variável em um local é independente dos valores da variável localizados em locais vizinhos. Se existe dependência então a variável se auto-correlaciona espacialmente.

Young & Young (1998) apresentam uma revisão e discussão sobre o cálculo e aplicação do semivariogramas. De forma resumida, o semivariograma  $\gamma(h)$  é um gráfico de 1/2 do quadrado das diferenças medias de todos os pontos separados pela distância ( $h$ ) versus as distâncias; isto é

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{(ij) \approx h} (c_i - c_j)^2$$

Onde  $N(h)$  é o número de pares separados pela distância  $h$ ,  $c_i$  é o valor da variável (número de insetos, plantas daninhas, ou plantas com sintoma de doença) para o primeiro par da coordenadas e  $c_j$  é o valor para o segundo membro da coordenadas;  $h$  indica não somente a distância entre pontos, mas também a direção. Se existir variabilidade espacial e as variâncias forem plotadas em função de seus respectivos valores de  $h$ , os valores das semivariâncias serão menores para valores pequenos de  $h$  e aumentarão com os valores de  $h$  (maiores distâncias entre os pontos). Eventualmente, a partir de uma distância  $h$  os valores das semivariâncias se tornarão constantes (platô no gráfico) indicando que a partir daquela distância não existe mais dependência espacial (Liebhold et al., 1993). Conseqüentemente, a forma do semivariograma fornece uma visão do grau de dependência espacial entre amostras obtidas em diferentes distâncias. Como a geoestatística possibilita caracterizar o contágio em diferentes distâncias e direções, os resultados podem ser usados no ajuste do método de amostragem e para compreender como agem os fatores que determinam a distribuição espacial dos insetos (Liebhold et al., 1993).

Os organismos dispersam ou se movem no ambiente a procura de alimento, hospedeiro ou de um local adequado para o acasalamento desenvolvimento ou ainda, para escapar de predadores. Portanto, a dinâmica populacional das espécies depende da sua capacidade de se movimentar no ambiente. As espécies que apresentam maior mobilidade além de terem maior chance de escapar dos fatores de mortalidade, têm maior oportunidade de explorar novos habitats o que é determinante para a adaptação da espécie.

Os fatores que levam os insetos a se agruparem podem ser intrínsecos, como padrão de oviposição, estratégias de dispersão, feromônios ou extrínsecos, como mortalidade devido a condições ambientais que atuam sobre as populações influenciando a distribuição sazonal e espacial (Ellsburry et al.

1998). A distribuição pode ser afetada ainda por muitos outros fatores tais como uniformidade do habitat, idade da população, densidade da planta hospedeira (Bach, 1980), locais disponíveis para ocupação e refúgio (Schotzko & O'Keeffe, 1989) e tamanho e forma do campo. A atuação conjunta desses fatores vai determinar se o padrão de distribuição de uma espécie é estável ou pode sofrer alteração com o tempo. Como o manejo integrado de pragas baseia-se em princípios ecológicos, o conhecimento da dinâmica espacial da espécie em questão contribui para melhorar o manejo das espécies praga. Por exemplo, se observações de campo indicarem que a espécie de interesse ocorre em uma porção específica do campo, então a amostragem pode ser restringida àqueles locais que os indivíduos são mais prováveis de serem encontrados.

Uma consideração deve ainda ser feita a respeito da estimativa da média em populações de insetos. Dados de amostragem são variáveis discretas que normalmente são mais difíceis de analisar porque as distribuições discretas requerem técnicas estatísticas diferentes das usadas na distribuição normal (Young & Young, 1998). Isso pode ser ainda mais difícil nos casos em que as populações apresentam distribuição agregada. Para estabelecer o nível de dano econômico, usado como critério para o tratamento no controle de pragas, é necessário definir a relação entre a redução na produção e a população da praga. Em estudos dessa natureza assume-se que os insetos (danos) são aleatoriamente distribuídos na lavoura. Em casos onde essa premissa não é verdadeira, os modelos bioeconômicos envolvendo a relação entre redução de produção em função da população da praga devem considerar o aspecto da heterogeneidade na distribuição da injúria no campo. Assim, a acurácia da estimativa da população da praga pode ser comprometida e comprometer a precisão na tomada de decisão em manejo da praga. Os avanços na área de sistema de informações geográficas têm despertado o interesse de pesquisadores no sentido de usar esse recurso no mapeamento de pragas ao longo do tempo para melhorar a acurácia das estimativas em programas de amostragem ou de monitoramento.

#### **TECNICAS DE AMOSTRAGEM**

A técnica de amostragem é o método que possibilita a coleta da informação sobre a população da praga. A literatura apresenta um número considerável de técnicas apropriadas para a extração de insetos tanto na parte aérea das plantas como do solo, que são passíveis de serem usadas em programas de amostragem (Southwood, 1978; Kogan & Herzog, 1980; Buntin, 1994;). A técnica de amostragem ideal deve proporcionar a obtenção de estimativas com elevada precisão e acurácia. Enquanto a precisão se refere ao índice estatístico de erro da estimativa, a acurácia denota a proximidade da estimativa obtida em relação à verdadeira média da população (Buntin, 1994).

Ao escolher a técnica de amostragem deve-se considerar o objetivo do estudo. Em pesquisa, a acurácia dos resultados é mais importante do que esforço e tempo requerido para que os resultados possam ser disponibilizados. Já se o objetivo for o manejo integrado de pragas, os valores das contagens devem correlacionar com os níveis de dano econômico usados para basear a tomada de decisão de controle. Nesse caso, o custo e o tempo para amostragem são muito importantes, pois os dados obtidos são para uso imediato.

As técnicas de amostragem podem ser classificadas em absolutas, relativas e índices populacionais (Southwood, 1978). Enquanto os métodos absolutos fornecem uma estimativa da densidade populacional, (insetos/área) os métodos relativos fornecem valores populacionais relativos ao método e ao esforço empregado para a recuperação dos organismos (insetos/armadilha). Já os índices populacionais são medidas de produtos da atividade dos organismos (fezes, injúria ou dano). Tanto os métodos relativos quanto os índices podem ser influenciados por muitos fatores: fase de desenvolvimento, condições ambientais que interfiram na atividade da espécie e mudança na forma utilização do método, dentre outros. Ao escolher a técnica de amostragem deve-se optar por aquelas que forneçam estimativas absolutas da população, porque somente com elas é possível estimar com elevada acurácia as reais variações nas densidades populacionais da espécie em estudo.

Para os artrópodes de hábitos subterrâneos, a menos que sejam monitorados por meio de armadilhas, as amostragens são feitas removendo um volume conhecido de solo, com auxílio de algum instrumento. O tamanho individual de cada unidade amostral deve ser previamente determinado porque influencia na eficiência da amostragem. Como os insetos de solo são muito ligados às raízes da planta hospedeira, sempre que possível, a amostra de solo deve conter parte da planta. Para definir técnica de amostragem é imprescindível que se tenha conhecimento da bioecologia da espécie a ser amostrada. Um considerável volume de informações sobre as pragas-de-solo no Brasil, em vários aspectos e ambientes, foi reunido por Salvadori et.al. (2004).

## **PROGRAMAS DE AMOSTRAGEM**

Programa de amostragem é um conjunto de procedimentos usando uma técnica de amostragem para obter amostras que permitam que sejam feitas inferências a respeito da população. O programa de amostragem determina como a amostra deve ser tomada e inclui: a técnica de amostragem, tamanho da unidade amostral, e o procedimento de coleta das amostras e o momento que deve ser efetuada a amostragem (Higley & Peterson, 1994).

Antes de iniciar qualquer programa de amostragem, o universo amostral deve ser previamente estabelecido. Em estatística, o universo representa a

população de onde a amostra é retirada. Em um sistema agrícola, representa o habitat no qual a população ocorre e de onde as amostras serão obtidas. Para o manejo de pragas em sistemas agrícolas, o universo representa todas as plantas da espécie de cultura a ser manejada que se encontram no campo ou parcela considerado para o manejo (Buntin, 1997). Em extensas áreas de cultivo, como as encontradas nas Regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, mesmo apresentando topografia suave, é difícil percorrer o campo inteiro para realizar a amostragem. Assim a subdivisão dos campos em unidades estratificadas de habitat é essencial para aumentar a eficiência da amostragem e manter a confiabilidade dos dados.

Como em qualquer ambiente natural, no ecossistema agrícola existem variações em unidades ecológicas que de diferentes tamanhos, forma e composição. Essas diferenças podem ser devidas a variações nas características do solo, umidade, topografia e mesmo infestação de plantas daninhas. Como discutido anteriormente, em geral, essas desuniformidades influenciam abundância e distribuição das espécies e a forma que elas se arranjam no campo. Como as características qualitativas dos habitats não são estáveis, as populações se movem entre diferentes habitats no decorrer da estação ou de um ano para outro.

Desta forma, é importante determinar o momento ideal para iniciar a amostragem. Amostragens realizadas muito cedo podem fornecer um valor subestimado da população e se forem realizadas muito tarde, o nível econômico de perda já poderá ter ocorrido. Associando a fase da planta mais adequada para amostragem e conhecendo-se a distribuição da espécie nos campos (Binns et al., 2000), podem-se determinar quais as partes do campo que deverão ser mais intensamente vigiadas, reduzindo o esforço e otimizando amostragens, além de permitir definir a melhor forma de estabelecer a grade de amostragem (Barrigossi et al., 2002).

## **DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE AMOSTRAGEM**

Os planos de amostragem podem ser desenvolvidos para estimar a densidade populacional ou somente para determinar o "estatus" de praga para tomada de decisão em programas de MIP. Nos planos de amostragem voltados para a pesquisa o número de amostras é maior do que o desenvolvido para o manejo de pragas. O plano de amostragem para ser aplicado em MIP, deve considerar precisão e o custo ou esforço necessário para sua execução. O custo de amostragem é um componente importante para o manejo porque qualquer esforço para reduzir o tempo gasto com a amostragem implicará positivamente no nível de adoção do plano (Buntin, 1994). Para desenvolver um plano de amostragem com nível de precisão aceitável, é imprescindível que seja realizada pesquisa de campo para coletar informações indispensáveis para determinação dos parâmetros estatísticos indispensáveis no desenvolvimento do plano (Zeiss & Klubertanz, 1994).

Os planos de amostragem podem ser classificados em duas categorias: com número de amostras previamente estabelecidos (número fixo de amostras) ou com o número variado de amostras. O estabelecimento de um plano de amostragem, com número de amostras fixo, requer muito esforço em estudos para que o mesmo seja exequível e tenha um nível de precisão aceitável. Quanto maior a confiabilidade (precisão) desejada maior será o número de amostras necessário. A literatura entomológica disponibiliza uma série de equações que permitem estimar o número mínimo de amostras necessárias para atingir um nível de precisão desejado na amostragem. Young & Young (1998) apresentam as equações para a estimativa do número mínimo de amostras para os principais tipos de distribuições que as populações de insetos se ajustam. Os planos de amostragem com número fixo de amostras são usados para estimar populações com densidades variadas por isso um número elevado de amostras é requerido para que sua precisão seja mantida em qualquer densidade populacional.

Uma alternativa aos planos de amostragem com número fixo de amostras é o plano de amostragem seqüencial desenvolvido para tomada de decisão em manejo. Nesse caso, o interesse se limita em saber se a população está acima ou abaixo de um nível considerado crítico para seu controle. No plano de amostragem seqüencial, as amostras ou observações são feitas em seqüência, computando os totais acumulados até que o critério de parar seja atingido. Os requerimentos básicos para o seu estabelecimento são o modelo de distribuição estatística que melhor se ajusta à população da espécie a ser amostrada, os níveis de precisão e os níveis populacionais da praga considerados econômico e sub-econômico para o estabelecimento das linhas de decisão.

A distribuição de probabilidade que a população da espécie se ajusta é feita por meio testes estatísticos aplicados a dados de amostragem obtidos preliminarmente. Tem sido observado na prática que, para um grande número de espécies, quando a amostragem é feita de forma similar (ambiente, técnica de amostragem) a distribuição é semelhante, o que indica que esses modelos consideram aspectos biológicos da espécie (Binns et al. 2000). Para a distribuição de Poisson, o parâmetro é o  $\lambda$  e para a binomial negativa, o parâmetro é o  $k$ . No caso de a população se ajustar à distribuição binomial negativa, um valor de  $k$  comum deve ser estimado para médias próximas dos níveis de controle e de segurança preconizados no plano.

Os níveis de significância ou de precisão referem-se às probabilidades para os erros tipo I e II ( $\alpha$  e  $\beta$ ). Neste caso, o erro I refere-se à probabilidade de concluir que a população está acima do nível crítico (e tratar o campo), quando na verdade a população não havia ultrapassaria o limiar de segurança; o contrário, o erro II refere-se à probabilidade de concluir que a população estaria abaixo do nível crítico de segurança e não recomendar o controle quando na verdade a população já havia ultrapassado o nível de controle.

O nível de controle, derivado do dano econômico, fornece o limite superior para decisão ( $m_1$ ). Já o limite inferior ( $m_0$ ) é mais subjetivo, baseia-se na compreensão da biologia da espécie no que permite prever o aumento de sua população. A avaliação dos planos de amostragem seqüenciais é geralmente baseada nas seguintes funções: curva característica de operação (CO) e número médio de amostras (NMA), gerados em computador. A curva característica de operação (CO) é a probabilidade de que a hipótese de nulidade (média da população está abaixo do nível de segurança) será aceita para um dado valor da média. As funções utilizadas para a determinação de ambas as curvas, em qualquer tipo de distribuição, são apresentadas por Young & Young (1998).

A aplicação da amostragem seqüencial em programas de manejo integrado de pragas tem mostrado que este método pode reduzir significativamente o tempo gasto com amostragem quando comparado com o plano com número fixo de amostra. A economia de tempo resulta da necessidade de se retirar um número pequeno de amostras para a tomada de decisão, nas situações em que a população da praga estiver muito acima ou muito abaixo do nível de controle. Um número maior de amostras será necessário quando a densidade populacional da praga estiver entre próxima do nível de controle.

O plano de amostragem seqüencial já foi desenvolvido para ser usado em muitos programas de amostragem inclusive para insetos de solo. Nesse caso em particular, onde as amostras são examinadas no próprio campo, e o interesse da amostragem for somente para classificar a população da praga, o plano de amostragem seqüencial pode reduzir o tempo de amostragem e melhorar o processo de decisão no controle dessas pragas significativamente.

Um Exemplo da linha de decisão para um plano de amostragem seqüencial desenvolvido para a bicheira da raiz do arroz (*Oryzophagus oryzae*), pode ser encontrado em (Barrigossil et al., 2002b). O plano de amostragem seqüencial foi elaborado baseando-se no Teste Seqüencial da Razão de Probabilidade (TSRP) desenvolvido por Wald (Fowler & Lynch, 1987). As linhas decisórias foram baseadas na distribuição binomial negativa, com parâmetro  $K=0,98$ ,  $m_0=2,5$  larvas/ amostra e  $m_1=4$  larvas/ amostra. Os níveis de risco foram  $\alpha=\beta=0,1$ . Normalmente, os planos de amostragem seqüencial são baseados em um único nível de controle, mas estes níveis podem ser influenciados por várias variáveis dentre elas o estágio de desenvolvimento da cultura, região e nível tecnológico empregado no manejo da lavoura, além do valor do produto e custo de aplicação do controle. Visualizando o manejo de pragas de forma realmente integrada, com foco mais no sistema do que somente na praga, é desejável que se desenvolvam planos de amostragem que considerem a dinâmica do sistema sejam operacionalizáveis de forma interativa.

Existem muitos outros resultados práticos disponíveis na literatura sobre distribuição e procedimentos de amostragem desenvolvidos para muitas

espécies de pragas de solo. É provável que *Diabrotica virgifera*, como praga do milho na América do Norte e Europa, seja uma das espécies mais estudadas (Alexander et al. 2005).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações condensadas neste artigo, servem para chamar a atenção de pesquisadores e usuários do MIP sobre a importância da amostragem e da necessidade de estudos nesse campo para melhorar as ferramentas usadas na decisão de controle de pragas. A elevação do grau de conscientização sobre os riscos que os inseticidas trazem para o ambiente e à saúde, a incerteza da disponibilidade de inseticidas a baixo custo no futuro e o aumento na frequência de ocorrência de resistência a inseticidas indicam a necessidade de se estabelecer um programa de manejo mais abrangente para as pragas.

Dentre os fatores que limitam a adoção do MIP podem ser citados a falta de planos de amostragem que reflitam os princípios do MIP, a bioecologia da praga e que sejam compatíveis com as limitações enfrentadas pelos produtores. Muitas dificuldades encontradas para o desenvolvimento de planos de amostragem para a tomada de decisão estão ligadas umas às outras. A maior limitação é a falta de modelos matemáticos que expressem a resposta das plantas à injúria imposta pela praga. A carência de estudos nessa área explica porque muitos dos níveis de controle usados em MIP não são precisamente definidos. Como o nível de dano econômico é estabelecido em termos da densidade populacional da praga, o sucesso de sua utilização depende de uma boa amostragem. Se não existirem planos de amostragem com níveis de precisão conhecidos, a confiabilidade do processo de tomada de decisão pode ser comprometida.

Finalmente, vale reforçar a importância de conhecer a distribuição espacial e a distribuição de probabilidade em estudos de ecologia e manejo das espécies. A distribuição espacial contribui para compreender a dinâmica das espécies além de fornecer os parâmetros para o estabelecimento de planos para melhorar o nível de precisão e eficiência da amostragem. Para conhecer a distribuição espacial de uma população, é indispensável que a localização de cada amostra seja registrada. Embora isso seja mais uma variável a ser coletada na amostragem, os dados dessa natureza fornecem mais informações a respeito da espécie do que os obtidos de outra forma. É possível que o sistema de informações geográficas possa contribuir para melhorar a eficiência de amostragem, principalmente para as espécies que apresentem baixa mobilidade e a dependência espacial.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALEXANDER, J.C.; HOLLAND, J.M.; WINDER, L.; WOOLEY, C.; PERRY, J.N. Performance of sampling strategies in the presence of known spatial patterns. **Annals of Applied Biology**, 146:361-370, 2005.

BACH, C.E. Effect of plant density and diversity on the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumber beetle *Acalymma vittata* (Fab.). **Ecology**, v.61, p.1515-1530, 1980.

BARRIGOSI, J.A.F.; Young, L.J.; Gotway-Crowford, C.; Hein, G.L.; Higley, L.G. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry beans. **Environmental Entomology**, College Park, v.30, n.2, p.244-253, 2002.

BARRIGOSI, J. A. F.; FERREIRA, E.; SANTOS, A. B. Distribuição e amostragem seqüencial de *Oryzophagus oryzae* (Costa lima) em lavouras de arroz irrigado no Centro-Oeste do Brasil. CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ / VII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002b. p.451-454.

BINNS, M. R. & NYROP, J. P. VAN Der WERF. **Sampling and monitoring in crop protection**. CAB International, 2000.

BUNTIN, G. D. 1994. Developing a primary sampling program. In Pedigo, L.P. & G. D. Buntin, (Ed.) **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. CRC Press, Boca Raton, FL.

ELLSBURY, M. M.; WOODSON, W. D., CLAY, S.A.; SCHUMACHER, J.; CLAY, D. E.; CARLSON, C. G. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergene. **Environmental Entomology**, v. 27, p.910-917, 1998.

FOWLER, G.W.; LYNCH, A.M.1987. Sampling plans in insect pest management based on Wald's sequential probability ratio test. **Environmental Entomology**, v.16, p.345-354, 1987.

HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L. **Economic thresholds for integrated pest management**. Lincoln, NE: University of Nebraska Press, 1997.

HIGLEY, L.G.; PETERSON, R.K.D. Initiating sampling programs. In: PEDIGO, L.; BUNTIN, G.D. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.119-136.

HUGHES, G.; MCKINLAY, R.G. Spatial heterogeneity in yield-pest relationships for crop loss assessment. **Ecological Modelling**, v.41, p.67-73, 1988.

KOOGAN, M.; HERZOG, D.C (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980.

LIEBHOLD, A.M.; ROSSI, R.E.; KEMP, W.P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.20, p.1407-1417, 1993.

SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. da (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004.

SCHOTZKO, D.J.; O'KEEFFE, L.E. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.5, p.1277-1288, 1989.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**: with particular reference to the study of insect populations. 2.ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.

STERN, V. M.; SMITH, R. F.; van den BOSCH; HAGEN, K. S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v.29, p.81-101. 1959.

TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v.29, p.321-357, 1984.

TOEPFER, S.; ELLSBURRY, M. M.; ESCHEN, R.; KUHLMANN, U. Spatial clustering of *Diabrotica virgifera virgifera* and *Agriotes ustulatus* in small-scale maize fields without topographic relief drift. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 124, p 61-75. 2007.

YOUNG L.; YOUNG, J. **Statistical ecology**: a population perspective. Kulver, Boston, MA, 1988.

ZEISS, M.R.; KLUBERTANS, T.H. Sampling programs for soybeans arthropods. In: PEDIGO, L.P.; BUNTIN, G.D. (Ed.). **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.539-601.