



# Abordagens sobre Distribuição e Amostragem de Insetos em Culturas Anuais

**José Alexandre F. Barrigossi**  
**Urutaí 17, de maio de 2018**



# Lavoura de arroz irrigado



26/1/02



## Agroecossistema do arroz irrigado



# Introdução

- Os estudos de métodos de amostragem para análise populacional de insetos tiveram papel importante nos avanços no conhecimento sobre dinâmica populacional de insetos.
- Como resultado nós temos uma grande variedade de técnicas de amostragem que variam desde utensílios mecânicos a observação visual, coleta, marcação e recaptura e procedimentos matemáticos para analisar a dinâmica de população baseada em tabelas de vida, que podem ser aplicadas em diversos aspectos de estudos da dinâmica populacional dos insetos

# Por quê amostrar?

- **É impossível contar todos os indivíduos presentes em um campo**
- **Amostragem fornece uma estimativa da população**

# Introdução

## **Finalidades da amostragem**

- Detecção
- Estimar a população
- Conhecer a sua dispersão
- Dinâmica



# Levantamento da Diversidade



# Tomada de Decisão de Controle





# Medidas da população

**Densidade**: expressa o número de indivíduos por unidade de área

**Densidade relativa**: expressa o número de indivíduos relacionados a outros valores relacionados às técnicas de amostragem  
Ex. número de insetos/ folha

# Técnica & Plano de Amostragem

**Técnica de amostragem** refere-se ao método usado na coleta da informação

**Plano de amostragem** descreve o procedimento em que a técnica será usada para obter a informação



# Definições e Terminologias

- **Acurácia.** Refere-se à exatidão da estimativa em relação à média verdadeira
- **Precisão.** Refere-se ao grau de erro estatístico estabelecido para fazer a estimativa
- **Viés.** Refere-se ao grau de erro na estimativa da média
- **Eficiência.** Refere-se ao nível de precisão por unidade de esforço empregado na amostragem

# Estimativas da Intensidade da População

- **Expressa a relação entre o número de indivíduos e a disponibilidade de alimento**
- **São usadas no manejo de pragas porque mostram uma relação aproximada entre praga e a injúria**
- **São frequentemente encontradas em recomendação para tomada de decisão em MIP**



# Estimativas Relativas da População

- São relacionadas ao tipo de técnica de amostragem usada
- Exemplos: número de indivíduos/batida de rede
- São usadas para comparação das densidades populacionais no espaço e no tempo
- Apresenta vantagem de ser de mais baixo custo

# Conversão de estimativas relativas em absolutas

- **As estimativas relativas podem ser convertidas em absolutas utilizando dados experimentais e combinando com estatística**



# Índices populacionais

- São valores relacionados à estimativas relativas da população onde a população da praga não é conhecida. Os índices podem ser relacionados aos produtos ou resultado de suas atividades
- Exemplo: percentagem de desfolha

# Universo Amostral & Unidade Amostral

- **Universo amostral.** Refere-se à população inteira de onde as amostras serão retiradas.
- 
- **Unidade amostral.** Proporção do espaço habitável no qual as contagens são feitas

# Amostragem

- Qual o tamanho da unidade amostral ?
- Quantos pontos amostrar ?
- Qual o tamanho do campo ?

# Distribuição

- **Uniforme:** média  $>$  variância
- **Ao acaso:** média = variância
- **Agrupada:** média  $<$  variância



# Distribuição

- **Ao acaso** = os microhabitats tem igual chance de serem escolhidos pelos organismos
- **Agrupada**: os organismos são agregados
- No ambiente natural os organismos tendem ser agrupados.
- Random é uma situação que pode ser encontrada nos agrossistemas.

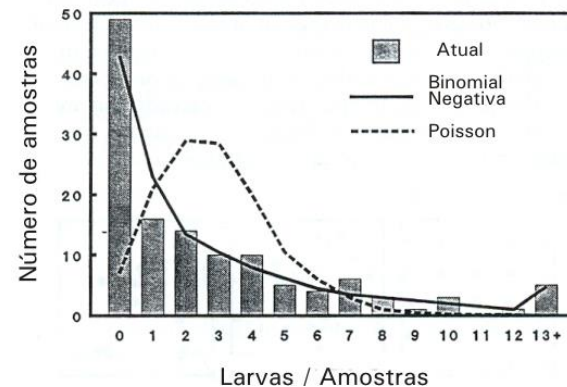
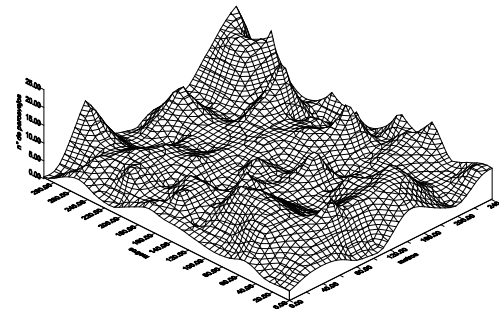
# Padrões de Distribuição

- **Distribuição espacial**: refere-se ao arranjo dos organismos no ecossistema
  - **Distribuição de frequência**: número de unidades de amostras que apresenta um número específico de insetos.
- A distribuição de frequência difere da distribuição espacial porque a distribuição de frequência não revela o padrão espacial dos organismos no ambiente.

# Significados de Distribuição

**Ecologia**: como os organismos estão arranjados em seu habitat

**Estatística**: frequência de ocorrência dos indivíduos na amostra



## Por que estudar a distribuição espacial dos insetos?

- **Permite determinar o grau de dependência entre as amostras**
- **Identificar os locais de preferência da espécie ao colonizar o campo**
- **Definir o tipo de distribuição de probabilidade que melhor se ajusta à população.**
- **Determinar a melhor forma de caminhar no campo.**



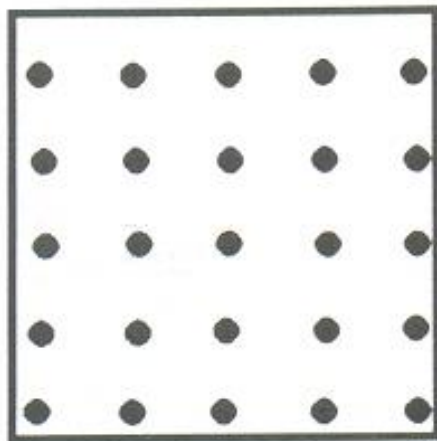
# Modelos de Distribuição mais Comuns que se Ajustam a Dados de Contagem

Binomial negativa: média < variância (agrupada)

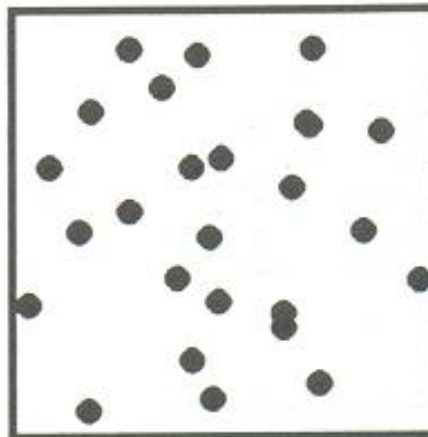
Poisson: média = variância (ao acaso= random)

Binomial: média > variância (uniforme)

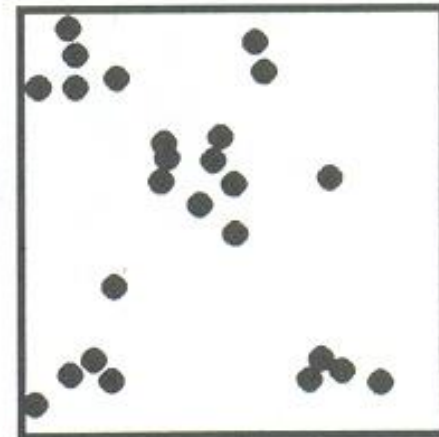
# Distribuição e Agregação



Regular



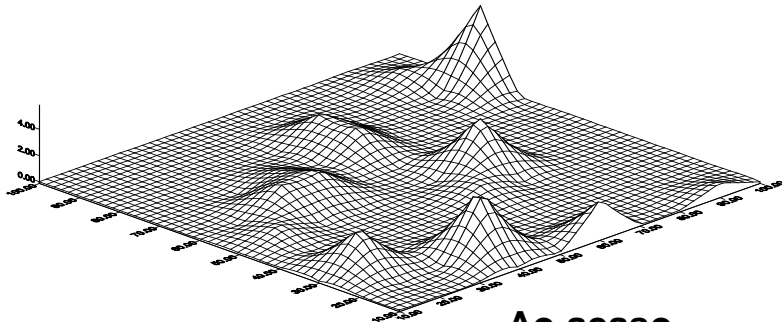
Ao acaso



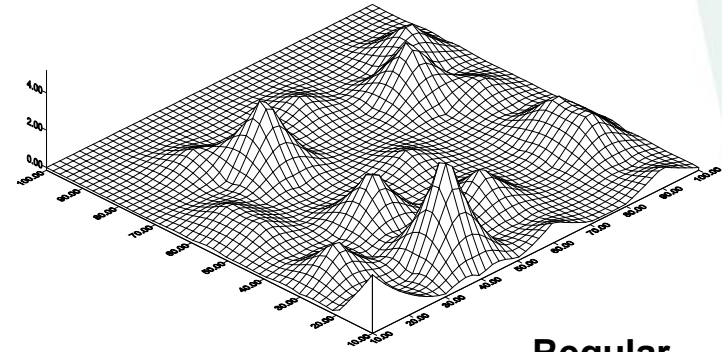
Agregada

Davis (1994) Statistics for describing populations

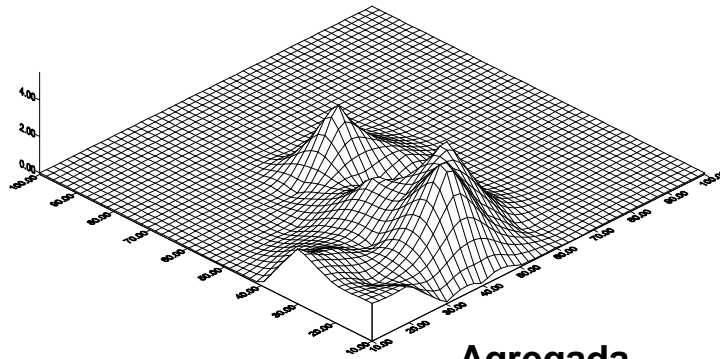
# Distribuição e Agregação



**Ao acaso**



**Regular**



**Agregada**

# Geoestatística

- Uso da correlação, covariância e semivariâncias para descrever a distribuição espacial das espécies
- Usa o valor da variável e sua localização para descrever a correlação entre pontos e direção.
- Têm a vantagem de caracterizar o contágio em várias escalas e direções



# Geoestatística

- **Observações tomadas mais próximas tendem a ser correlacionadas positivamente**
- **A geoestatística é uma ferramenta usada para determinar se existe dependência espacial e para modelar a correlação**

# Semivariograma

O semivariograma é um gráfico de  $1/2$  do quadrado das diferenças medias de todos os pontos separados pela distância ( $h$ ) versus as distâncias; isto é

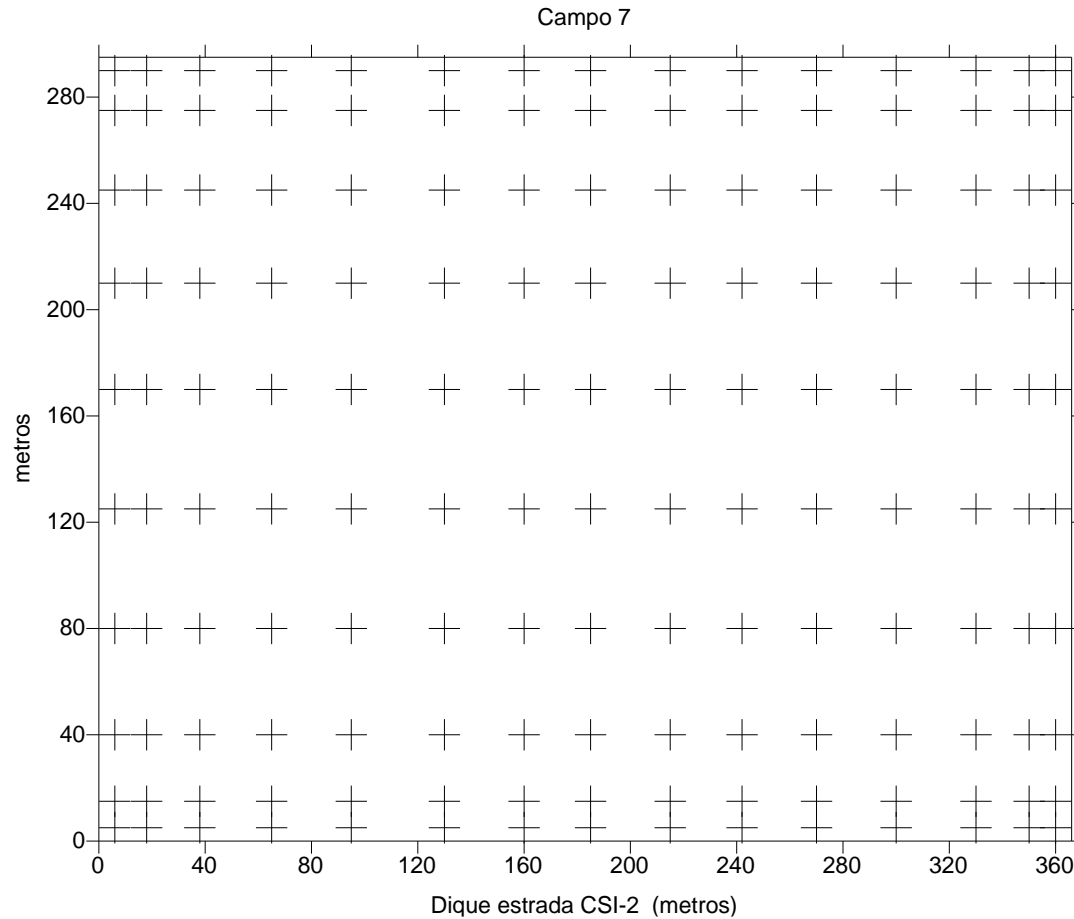
$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{(ij) | h_{ij} \approx h} (c_i - c_j)^2$$

$N(h)$  = número de pares separados pela distância  $h$ ,

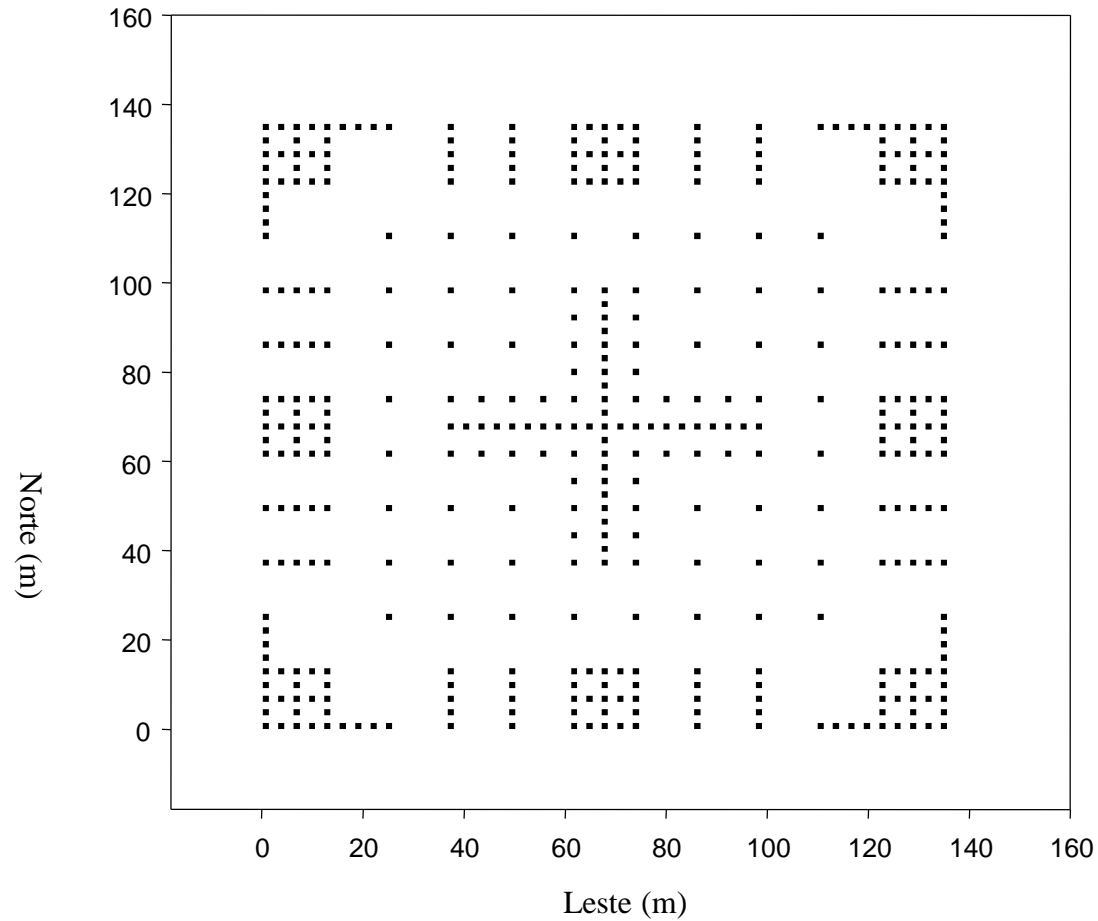
$c_i$  = valor da variável (número de insetos) para o primeiro par da coordenadas

$c_j$  = valor para o segundo membro da coordenadas

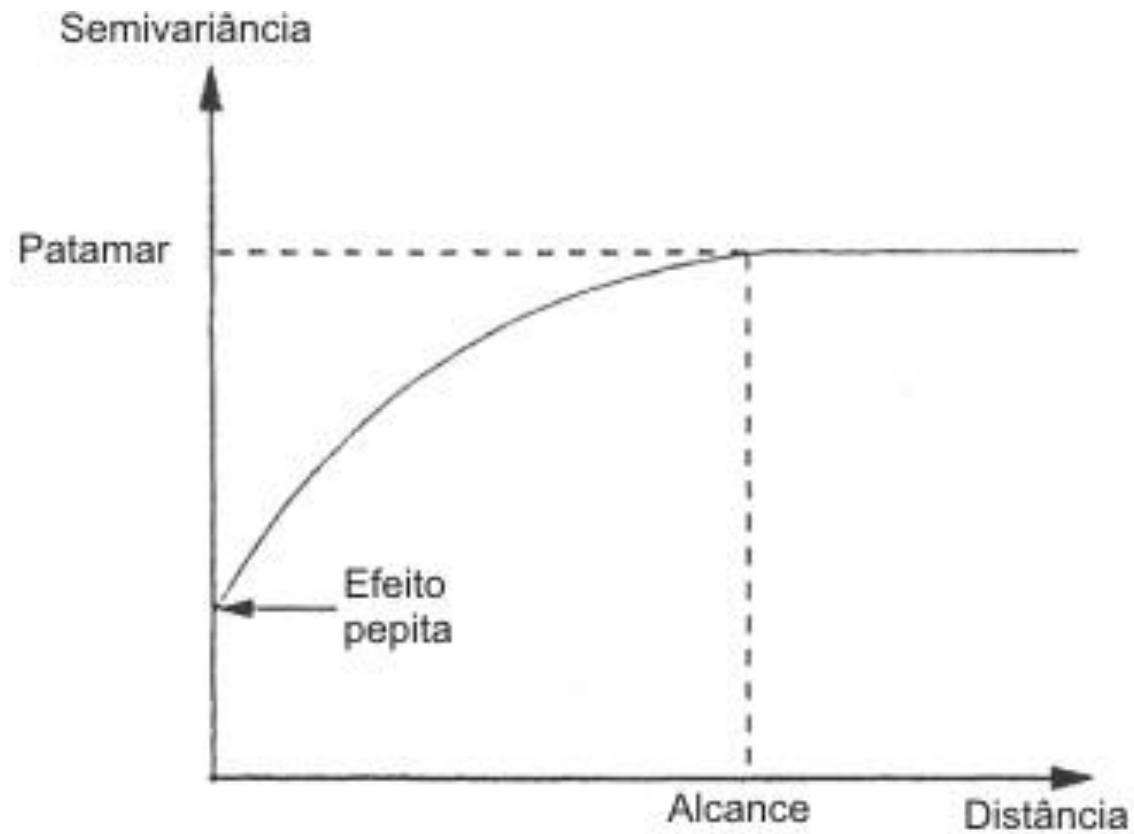
# Plano para a Estudo de Distribuição Espacial



# Plano de Estudos de Distribuição Espacial



# Semivariograma



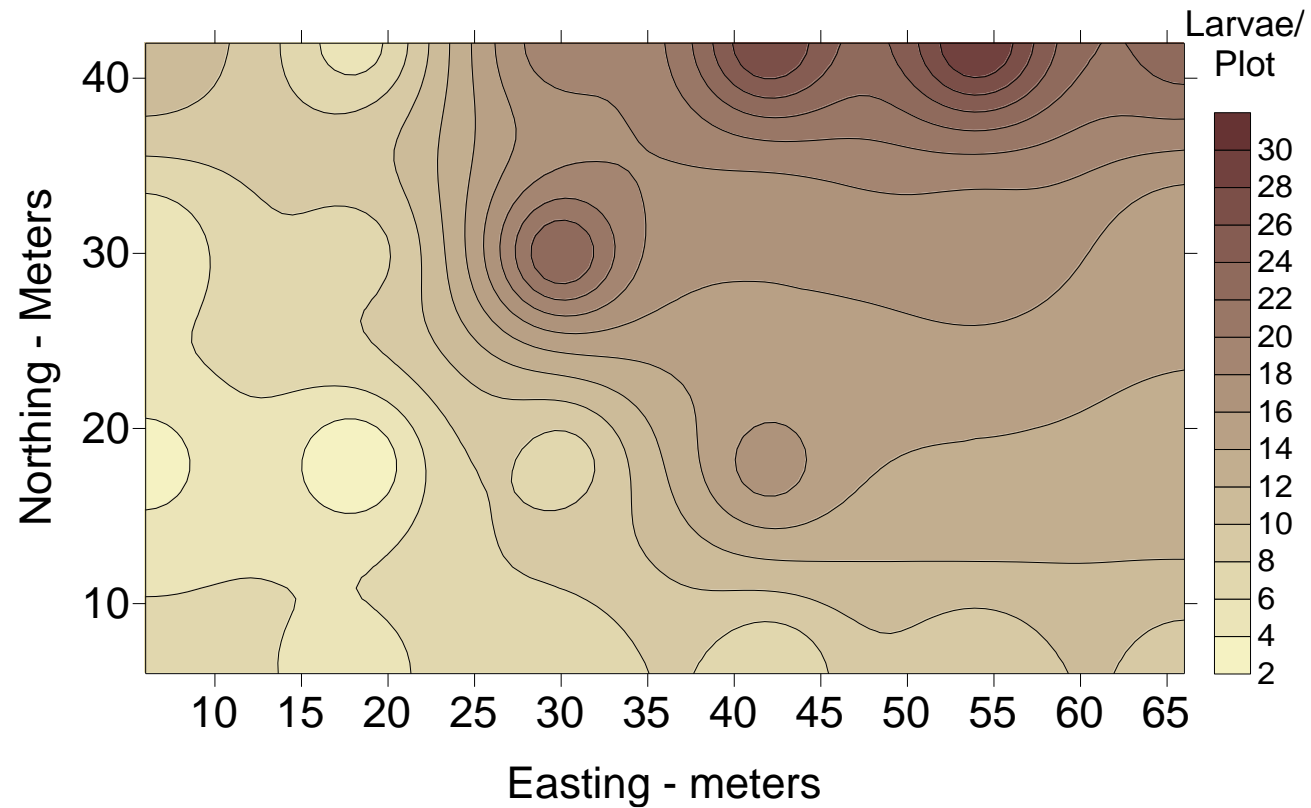
# Razões para o Agrupamento

- **Fatores intrínsecos**
  - Estratégia reprodutiva
  - Feromônios
  - Estratégias de dispersão
- **Fatores extrínsecos**
  - Mortalidade devido ao ambiente

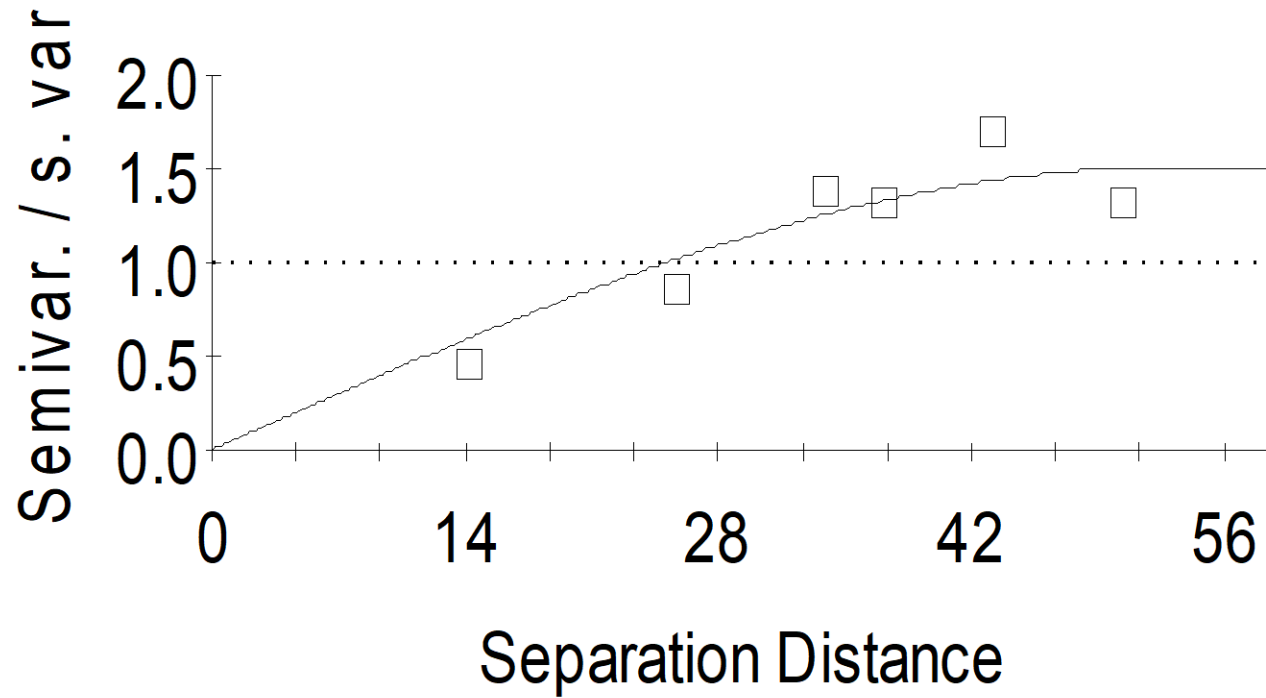


## *Diabrotica virgifera* - Milho

Csanadpalota 2000 - WCR Larvae

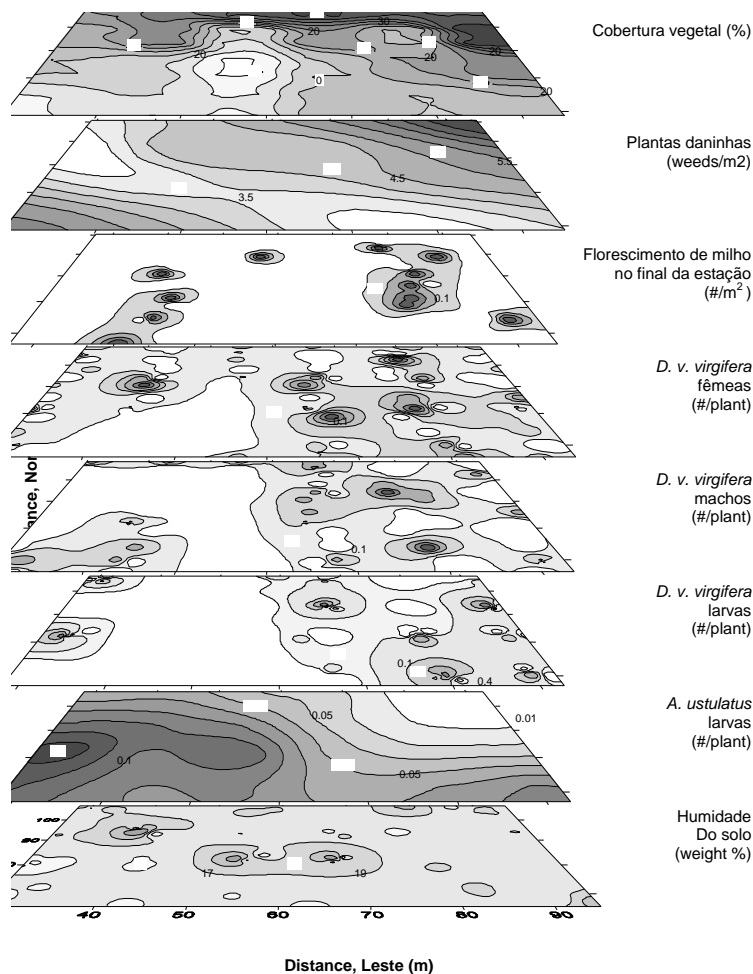


## *Diabrotica virgifera* - Milho



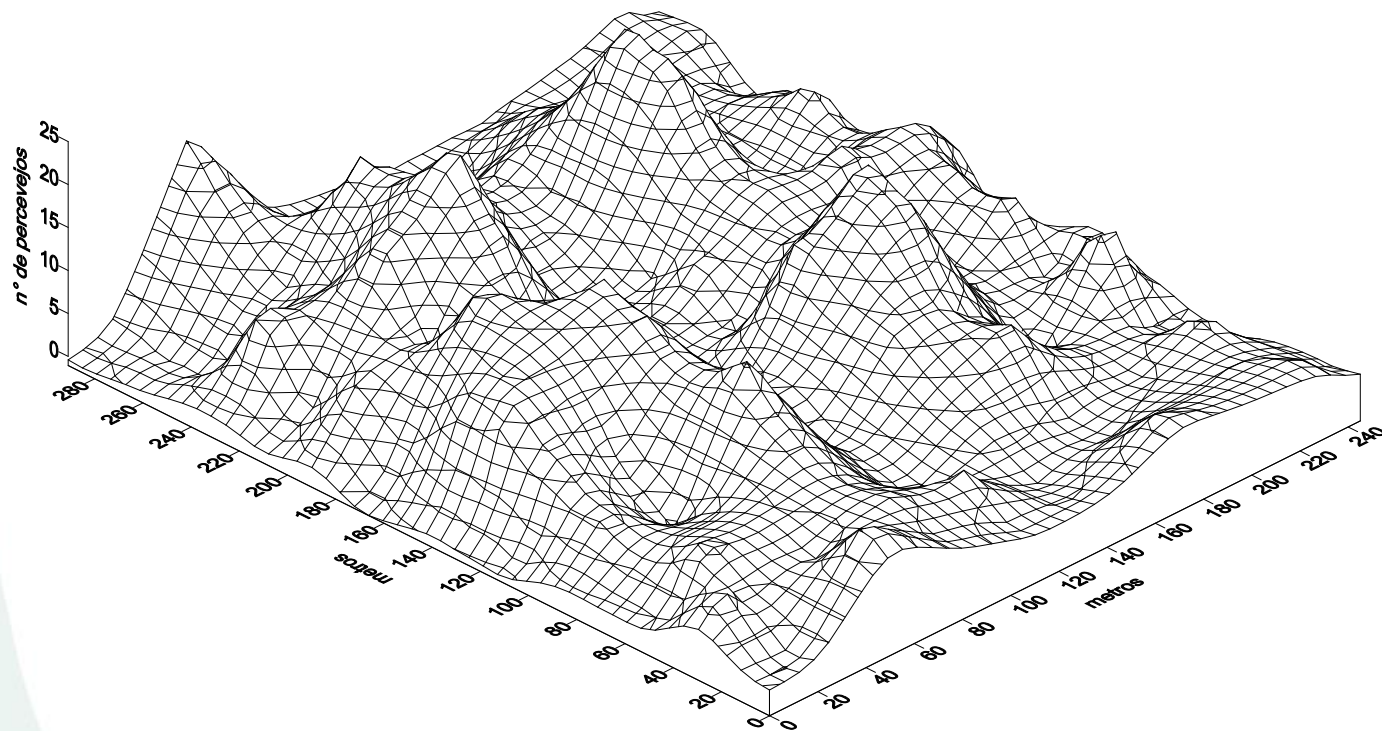
Toepfer et.al 2007. **Ent. Exp. Appl.** v.124, :p.61-75

# Diabrotica virgifera - Milho



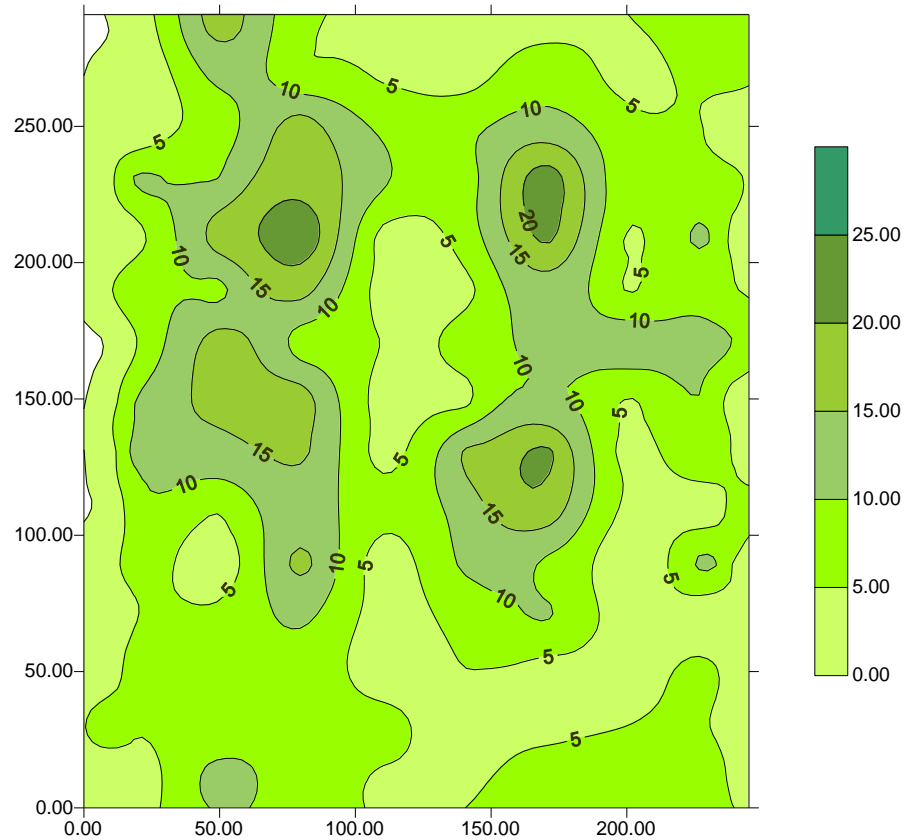
Toepfer et.al 2007. **Ent. Exp. Appl.** v.124, :p.61-75

# Distribuição Espacial de *Oebalus poecilus* em arroz irrigado

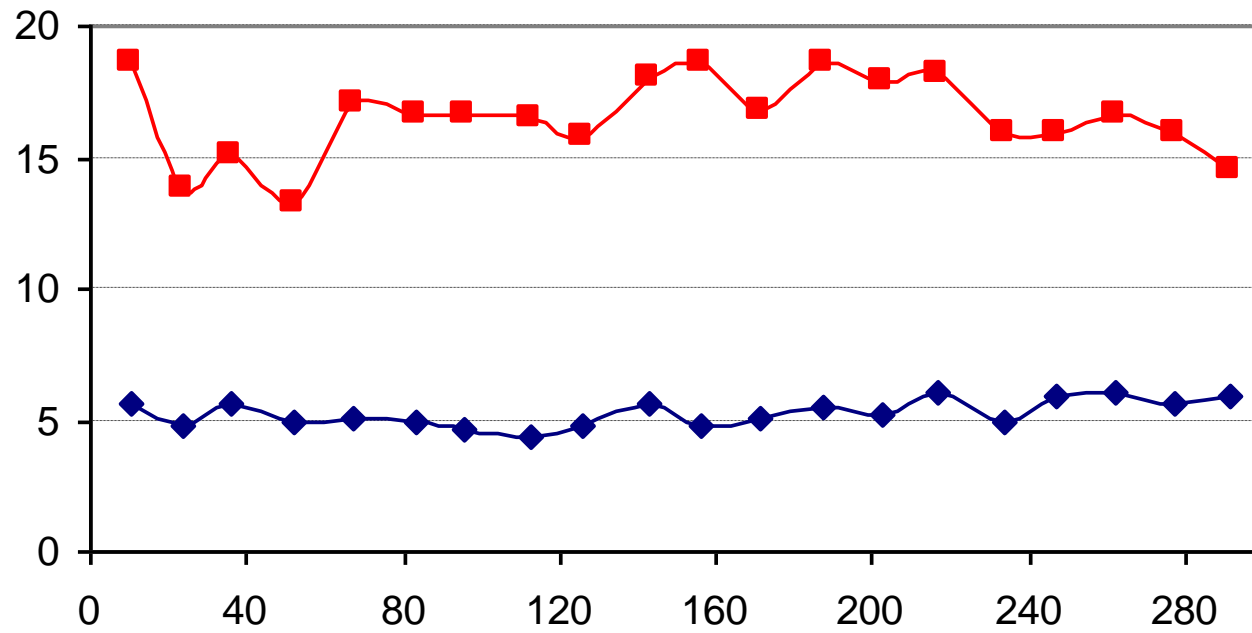


# Distribuição Espacial

Campo 2.2



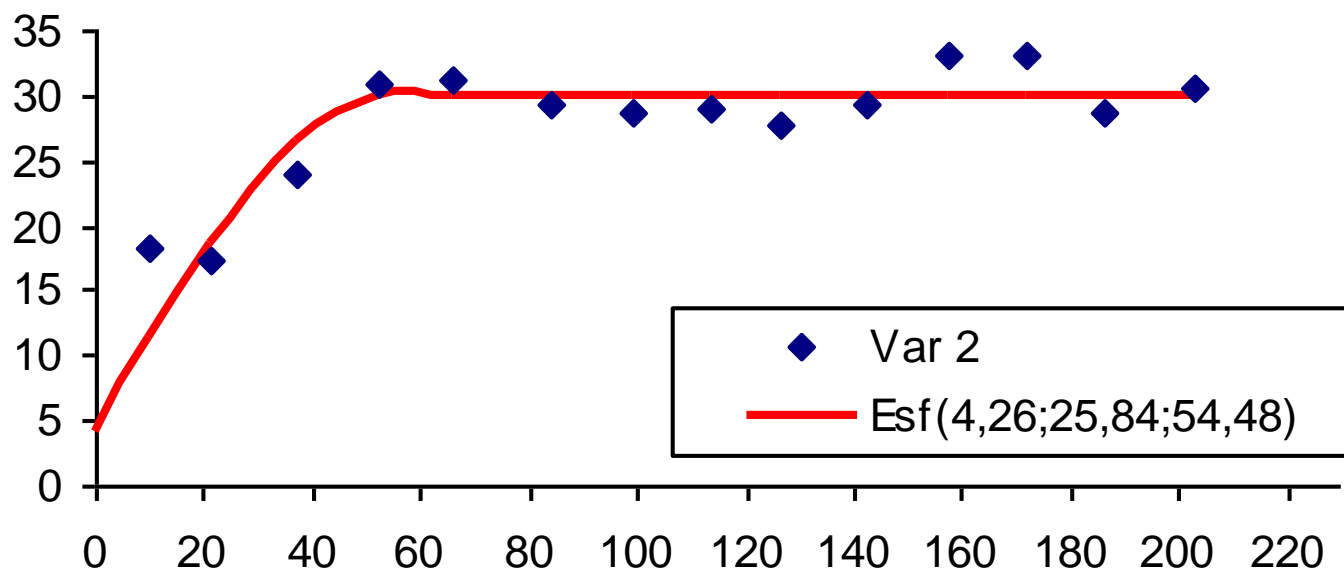
### Campo 7





# Semivariograma

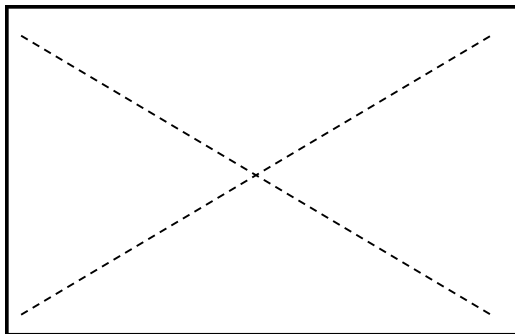
Campo 1 - 2ª avaliação



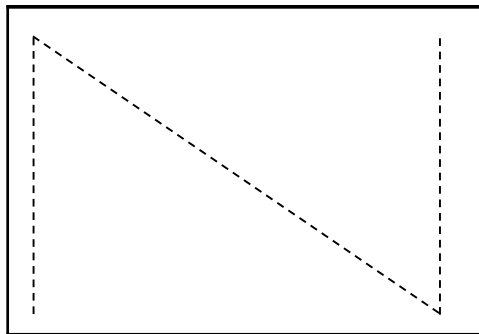
# Médias populacionais de percevejo em arroz

Campos	Avaliação	Média	Variância	Mínimo	Máximo	Razão Variância/Média
C1	1a	10,81	47,16	0	36	4,36
C1	2a	9,82	29,95	0	35	3,05
C2	1a	9,04	93,73	0	64	10,37
C2	2a	7,22	28,84	0	25	3,99
C3	1a	3,75	11,00	0	18	2,94
C3	2a	7,12	19,95	0	22	2,80
C3	3a	7,14	23,01	0	23	3,22
C4	1a	5,23	17,80	0	26	3,41
C4	2a	5,86	24,95	0	27	4,26
C5	1a	5,25	19,48	0	32	3,71
C5	2a	5,91	20,81	0	31	3,52
C6	1a	3,03	7,94	0	13	2,62
C6	2a	6,78	17,77	0	23	2,62
C7	1a	2,47	5,34	0	12	2,17
C7	2a	7,10	16,53	0	21	2,33

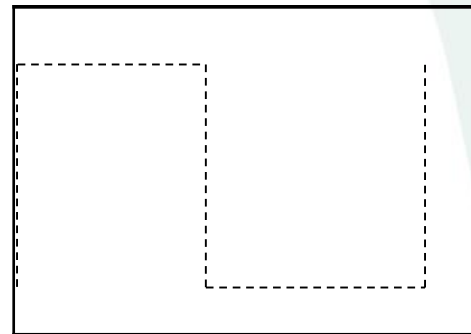
# Rotas de caminhamento



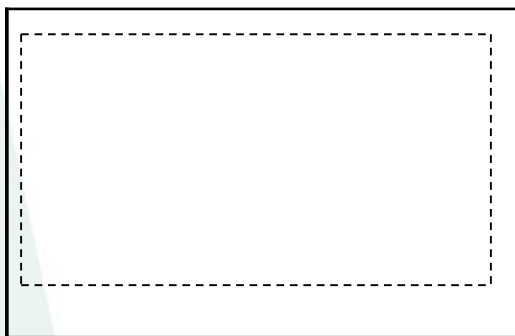
Rota em X



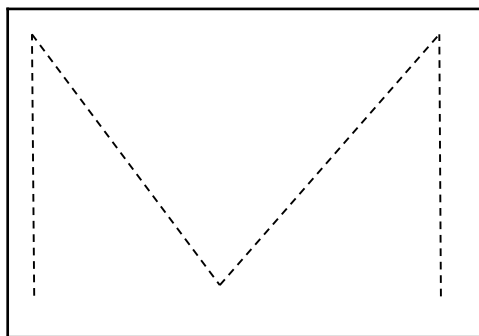
Rota em Z



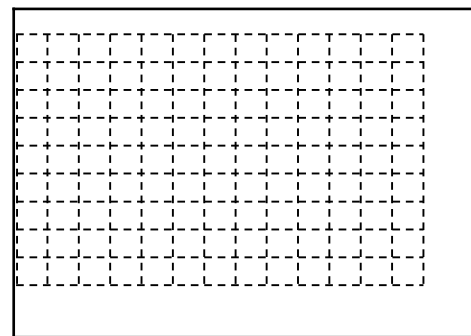
Rota em S



Rota em O



Rota em M



Grade

# Comparação de Rotas de Amostragem

Repet.	Grade	X	Z	S	O"	M
C-1.1	10,81	11,8	14,65	11,05	11,4	11,65
C-1.2	9,82	9,35	8,9	10,05	9,05	9,5
C-2.1	9,05	7,7	8,5	5,75	5,45	10,25
C-2.2	7,22	8	7,55	5,5	5,05	8
C-3.1	3,75	3,95	4	2,95	3,35	3,85
C-3.2	7,12	7	5,5	6,4	6,1	5,85
C-3.3	7,14	5,6	7,3	7,6	7,65	6,4
C-4.1	5,23	5,15	4,6	5	5,3	5,4
C-4.2	5,86	6,1	7,15	6,25	6,7	5,65
C-5.1	5,25	4,35	4,95	4,2	5,2	6,5
C-5.2	5,91	5,55	5,6	5	4,7	7
C-6.1	3,03	3,6	2,55	1,8	2,45	2,95
C-6.2	6,78	7,6	7,25	7,35	7,8	6,9
C-7.1	2,47	1,9	2,4	1,85	2,35	2,05
C-7.2	7,1	7,15	7,15	5,85	6,05	5,6
<b>Médias</b>	<b>6,43</b>	<b>6,32</b>	<b>6,54</b>	<b>5,77</b>	<b>5,91</b>	<b>6,50</b>

# Considerações Finais sobre Amostragem

- **Todos devem ter igual chance de serem amostrados**
- **A proporção de indivíduos usando a unidade amostral como habitat deve ser estável**
- **Deve ser possível sua transformação em unidade de área**
- **Todas as unidades devem ser estáveis e facilmente delineável no campo**
- **Deve permitir um balanço entre variância e custo**
- **Não deve ser muito pequena para permitir verificar a presença dos insetos que possuem movimento rápido.**

## Considerações Finais sobre Distribuição

- **A dependência espacial em populações de insetos influenciada por vários fatores extrínsecos, considerados de macro escala**
- **As populações são dinâmicas o que dificulta fazer previsões de um ano para outro sem considerar outras variáveis no modelo**
- **A importância da escala na discussão e interpretação dos resultados**
- **Ressalto o valor da geoestatística na descrição da distribuição espacial**



# Programas de Amostragem

- Um programa de amostragem é um conjunto de procedimentos em que a técnicas de obtenção da informação (amostra) e fazer a estimativa.
- O programa de amostragem determina como a amostra vai ser tomada, incluindo: tamanho da unidade amostral, número de amostras, distribuição dos pontos de amostragem e momento que deve ser executada a amostragem.
- O tipo de população a ser amostrada e a finalidade da amostragem determinarão como o plano de amostragem será estabelecido.

# Programas de Amostragem

- **Extensivos:** são estabelecidos para serem conduzidos cobrindo grandes extensões
  - São estabelecidos de considerando:
    - Distribuição da espécie
    - População que causa dano
    - Predição do dano
  - São usados para levantamentos e extensão
  - Usados para indicar flutuação da população no decorrer do tempo e serem em correlações com dados de climáticos

# Programas de Amostragem

- **Intensivos:** são analíticos usados para em pesquisa
  - Construção de tabelas de vida
  - Comparação de tratamentos
  - Frequentemente vários estádios da espécie são avaliados
  - Requerem alto nível de precisão

# Programas de Amostragem Preliminar

- Usado para começar um programa e visa basicamente reduzir o esforço e custo no desenvolvimento do programa
  - Identificar a técnica
  - Conhecer a biologia básica da espécie
  - Caracterizar a dispersão da espécie
  - Estabelecer o universo amostral.
    - Refere-se ao tamanho da área a ser amostrada
  - Realização de experimentos para aferição da metodologia

# Técnica & Plano de Amostragem

**Técnica de amostragem** refere-se ao método usado na coleta da informação

**Plano de amostragem** descreve o procedimento em que a técnica será usada para obter a informação

# Elementos do Programa de Amostragem

1. **Técnica de amostragem**
  - a. Requerimento para iniciar o programa
  - b. Ligação entre técnica e bioecologia da espécie (habitat, comportamento, etc.)
  - c. Definir técnica de amostragem



# Elementos do Programa de Amostragem

1

## 2. Número de amostras (por unidade de habitat):

- a. Baseado no erro aceitável
- b. Variância
- c. Tamanho da unidade de amostra: critérios incluem (Morris, 1955):
  - 1) Todas as unidades devem ter igual chance de serem selecionadas
  - 2) Estabilidade ou alterações mensuráveis
  - 3) Proporção de insetos usando unidade como habitat ser constante
  - 4) Fácil de ser delineado no campo
  - 5) Balanço entre variância e custo
  - 6) Não tão pequena para permitir detectar insetos em movimento

# Elementos do Programa de Amostragem

1

## 3. Momento de amostrar:

- a. Depende do comportamento do inseto.
- b. Usualmente a amostragem coincide com o período de atividade do inseto (diária ou sazonal).

# Avaliação do Programa de Amostragem

1

A- Precisão (mais importante): relaciona o quanto de erro pode ser aceito

1. SE (erro padrão) de 10% da média para programas intensivos de amostragem (pesquisa).
2. SE de 25 % da média para programas extensivos (tomada de decisão em manejo).
3. Isto é o mesmo que se usar Variância relativa (RVs)
  - a.  $RV = (SE/m) \times 100$
  - b. Intensivo RV deve ser em torno de 10 e Extensivo a RV aceitável gira em torno de 25
  - c. Note que RV não é o mesmo que CV (coeficiente de variação)
    - i.  $CV = (\text{variância}/m) \times 100$ ,
    - ii.  $SE = \text{raiz quadrada da variância}$

# Avaliação do Programa de Amostragem

1

**B- Fidelidade:** refere-se à exatidão (acurácia) com a qual as estimativa da população realizadas ao longo de um período de tempo reflete nas alterações nos valores numéricos da população

**C- Eficiência (Custo):** usualmente leva em consideração o tempo

1. Precisão líquida: quanto o seu programa tem de precisão considerando um dado custo.

Precisão líquida:

$$Pn = \frac{1}{(C\$ \cdot RV)} \text{ onde:}$$

C\$= custo por amostra, e RV= média da variância relativa

\* Quanto maior o  $Pn$  melhor

# Amostragem Sequencial

- **Desenvolvido em 1942 para fins militares**
- **Classifica a população**
- **Não fornece uma estimativa da média da população**
- **Reduz o número de amostras em 50%**
- **Permite controlar os erros tipo I ( $\alpha$ ) e II ( $\beta$ )**

## Tomada de Decisão

**Baseia-se na população da praga e no nível crítico:**

- **Se a densidade  $>$  NC então, tratamento curativo deve ser providenciado**
- **Se a densidade  $<$  NC então, tratamento curativo não é economicamente viável**

# Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial

O que é preciso conhecer para que o plano seja estabelecido

- Modelo de distribuição dos insetos
- Nível crítico
- Níveis nível de segurança
- Níveis de risco que podem ser tolerados
  - Erro I ou  $\alpha$  = probabilidade de rejeitar  $H_0$  quando  $H_0$  é verdadeira
  - Erro II ou  $\beta$  = probabilidade aceitar  $H_0$  quando  $H_0$  é falsa

# Tomada de decisão (Cont'.)

Dois tipos de erro podem ser cometidos:

1. Erro I erro  $\alpha$  = probabilidade de tratar o campo quando não se deveria
2. Erro II ou erro  $\beta$  = probabilidade de não tratar campo quando se deveria



# Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado



# Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado



# Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado





# Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado

## Passos:

1. Escolha da técnica de amostragem
2. Determinação do tamanho da unidade de amostra
3. Determinação da distribuição espacial e de probabilidade
  - Poisson: variância=média
  - Binomial Negativa: variância> média
  - Binomial: variância< média

# Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado

## 1. Estabelecer as hipóteses

- $H_0$ : A população está abaixo do nível de segurança
- $H_1$ : A população está acima do nível crítico

## 2. Calcular as equações (limites superior/inferior)

## 3. Traçar as retas (linhas de decisão)

## 4. Imprimir a tabela de campo

# **Desenvolvimento de um Plano de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado**

**Distribuição: Binomial negativa**

**Parâmetro de distribuição  $k=1,3$**

**Nível crítico: 3 percevejos/amostra**

**Nível de segurança: 3 percevejos/amostra**

**Níveis de risco a serem tolerados:**

**Erro I= 0,1**

**Erro II= 0,1**

## Cálculo das Linhas de Decisão

**1. Limites inferiores:**

$$d1 = bn - b1$$

**2. Limites superiores:**

$$d2 = bn - b2$$

**Onde:**

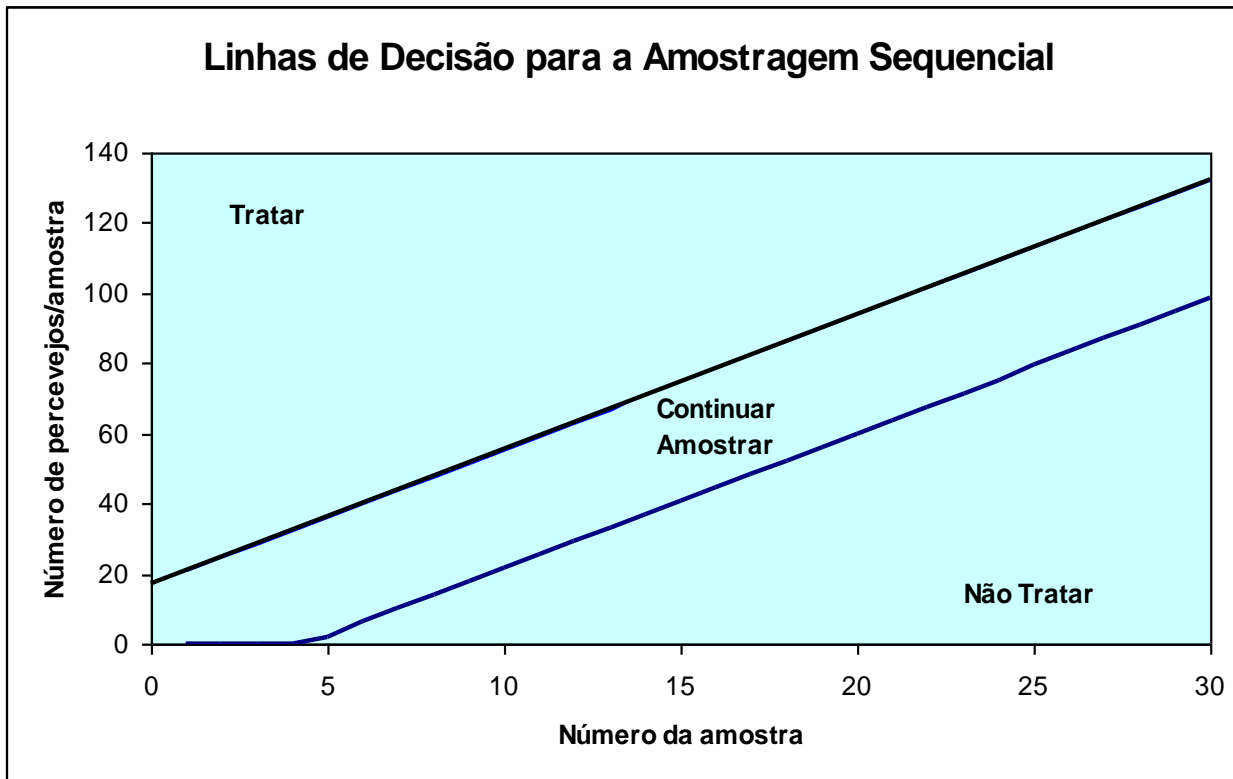
**n= número de amostras**

**b= intercepto**

**d1= valor máximo do limite inferior**

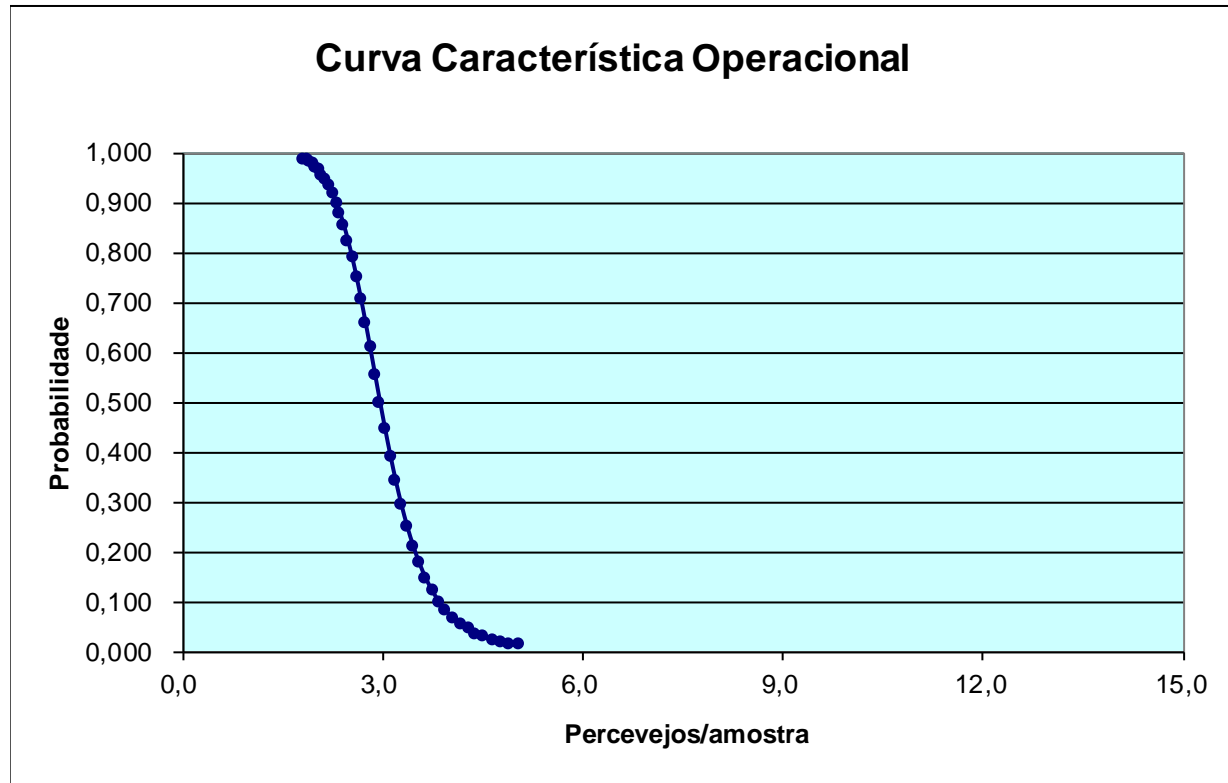
**d2= valor máximo do limite superior**

# Estabelecimento das Linhas de Decisão

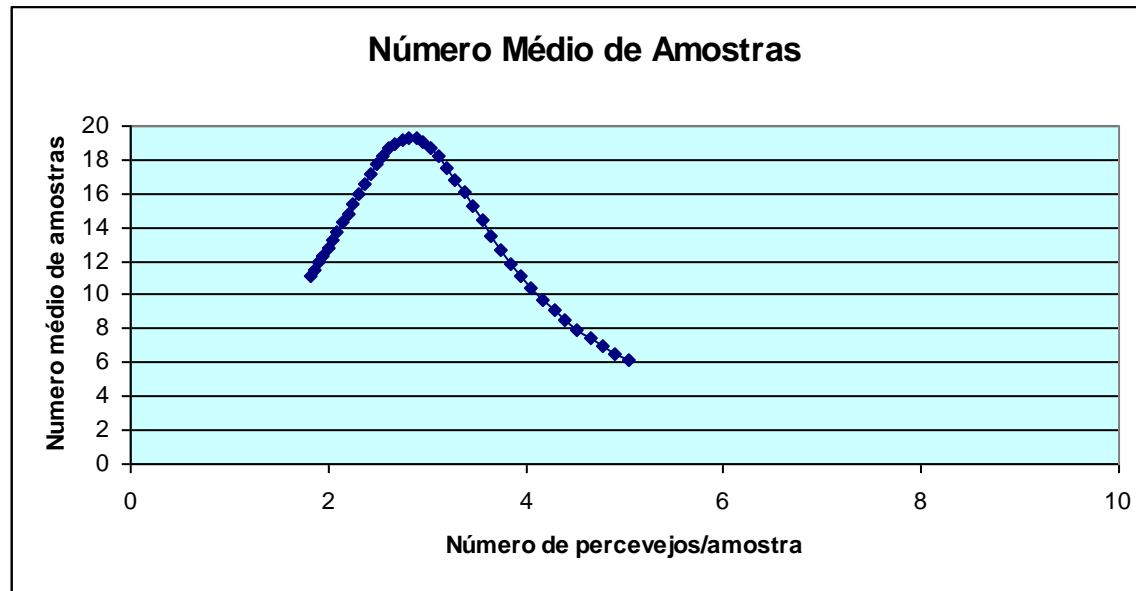




# Curva de Características Operacionais



# Características Operacionais



### Tabela de Amostragem Sequencial para *O. poecilus* em Arroz Irrigado

Número da Amostra	Limite Inferior	Total Acumulado	Limite Superior	Número da Amostra	Limite Inferior	Total Acumulado	Limite Superior
1	0	_____	22	21	63	_____	99
2	0	_____	25	22	67	_____	103
3	0	_____	29	23	71	_____	106
4	0	_____	33	24	75	_____	110
5	1	_____	37	25	79	_____	114
6	5	_____	41	26	82	_____	118
7	9	_____	45	27	86	_____	122
8	13	_____	49	28	90	_____	126
9	17	_____	52	29	94	_____	129
10	21	_____	56	30	98	_____	133
11	25	_____	60	31	102	_____	137
12	28	_____	64	32	105	_____	141
13	32	_____	68	33	109	_____	145
14	36	_____	72	34	113	_____	149
15	40	_____	76	35	117	_____	153
16	44	_____	79	36	121	_____	156
17	48	_____	83	37	125	_____	160
18	52	_____	87	38	129	_____	164
19	55	_____	91	39	132	_____	168
20	59	_____	95	40	136	_____	172

Limites superiores são arredondados para baixo e limites inferiores são arredondados para cima.

**Instruções:**

Amostrar o campo ao acaso, retirando uma amostra em cada ponto efetuando 10 batidas de rede. Iniciar nas proximidades das margens do campo mais próximas dos locais onde os adultos passaram a entressafra. Registrar os totais de adultos de *Oebalus* observados na coluna total acumulado. Quando o total acumulado for menor ou igual ao estabelecido no limite inferior, parar a amostragem (população abaixo do nível econômico). Quando o total acumulado for igual ou maior ao limite superior, parar a amostragem e providenciar a medida de controle da praga (população é econômica).

# Referências sobre Distribuição e Amostragem

**BINNS, M. R.; NYROP, J. P. & Werf, van der, W. 2000.** Sampling and monitoring in crop protection: the theoretical basis for developing practical decision guides. CAB: New York.

**BINNS, M. R. & NYROP, J. P. 1992.** Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. *Annual Review of Entomology*. 37: 427-453.

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

**KOGAN, M. & Herzog, D. C. 1980.** Sampling methods in soybean entomology. Springer-Verlag, New York.

**LEGG, D. E. & Yeargan, K. V. 1985.** Method for random sampling insect populations. *Journal of Economic Entomology*. 78: 1003-1008.

**MORRIS, R. F. 1980.** Sampling insect populations. *Annual, Review of Entomology*. 5: 243-264.

**PEDIGO, L. P. & BUNTIN, 1994.** Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press, Boca Raton, FL.

**SOUTHWOOD, T. R. E. 1978.** Ecological methods. Chapman and Hall, London. 524p.

**TUKYN, D. W. 1980.** The formula for the volume sampled by a sweep net. *Ann. Entomology. Soc. Am.* 73: 452-454.

**Young, L. J. & Young, J. H. 1988.** *Statistical Ecology*: a population perspective. Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA

**Obrigado**

**Email: [jose.barrigossi@embrapa.br](mailto:jose.barrigossi@embrapa.br)**

**Wattsapp: (62)98153 4133**