

# Construção de intervalos de confiança no software R para comparação de variedades de algodoeiros

Mariana Ragassi Urbano <sup>1</sup>, Clarice Garcia Borges Demétrio <sup>2</sup>, Daiane Heloisa Nunes <sup>3</sup>,  
Italo Delalibera Júnior <sup>4</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Nelder e Wedderburn (1972) desenvolveram a teoria dos modelos lineares generalizados, que inclui modelos cuja variável resposta pertence à família exponencial de distribuições. Exemplos são os modelos de análise de variância, modelos log-lineares, modelos gama para dados contínuos, modelos logito e probito para dados de proporções, alguns modelos de análise de sobrevivência, dentre outros.

Na área de entomologia, é muito comum a realização de experimentos em que a resposta está na forma de contagem. Quando eventos sucessivos, na forma de contagem, ocorrem independentemente, e com a mesma taxa de ocorrência, o modelo de Poisson é apropriado para o número de eventos observados.

O ataque de pragas é um dos principais entraves para a produtividade do algodoeiro, o que exige numerosas aplicações de inseticidas e/ou acaricidas durante o desenvolvimento da cultura, aumentando os custos de produção, e prejudicando o meio ambiente e a saúde dos cotonicultores. O desenvolvimento de variedades geneticamente modificadas, que apresentam resistência ao ataque de determinados insetos-praga, surgiu como uma alternativa para a aplicação de inseticidas. A resistência dessas variedades a insetos é determinada pela especificidade das toxinas que cada variedade transgênica apresenta. Diante disso, objetivou-se verificar em campo, se o algodoeiro Bollgard tem efeitos sobre organismos não-alvo da tecnologia avaliando-se a densidade populacional dos organismos

---

<sup>1</sup>ESALQ-USP, mrurbano@esalq.usp.br.

<sup>2</sup>ESALQ-USP,clarice@esalq.usp.br

<sup>3</sup>ESALQ-USP,nunesdaiane@gmail.com

<sup>4</sup>ESALQ-USP, italo@esalq.usp.br

que permanecem sobre a superfície do solo.

Após a análise dos resultados, o interesse era verificar qual das variedades atraiu menor número de insetos, e como a análise foi realizada utilizando-se a teoria de modelos lineares generalizados, foi necessário construir e implementar no software R, intervalos de confiança para o número médio de insetos de cada variedade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL

Um experimento realizado na cidade de Leme-SP, teve como objetivo comparar três tratamentos que foram compostos por duas variedades de algodoeiro, Delta Pine 90 (Bollgard®) (tratamento Bt) e Delta Pine Acala 90 (Isolinha) (isolinhas I e II). A isolinha I foi utilizada como controle sendo semelhante em todos os aspectos ao tratamento Bt. Já a isolinha II foi concebida para estimar o ganho de rendimento da tecnologia Bollgard e dessa forma deveria receber aplicações de pesticidas específicas para controle de lagartas *A. argillacea* (Hübner), *H. virescens* (Fabricius) (Noctuidae) e *P. gossypiella* (Saunders) (Gelechiidae). As variedades foram casualizadas em três blocos.

Para a captura dos insetos, foram utilizadas armadilhas de solo do tipo ‘pitfall’ (de queda), colocadas em número de cinco em cada parcela, distribuídas ao acaso. A variável resposta de interesse foi o número de insetos capturados.

### 2.2 MÉTODOS

Suponha que  $Y_i$  representa o número de insetos coletados nas armadilhas. O modelo padrão usado para análise de dados na forma de contagens é o de Poisson,  $Y_i \sim \text{Pois}(\mu_i)$ , com função de probabilidade

$$f(y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, \text{ para } y = 0, 1, 2, \dots$$

função de variância

$$\text{Var}(Y_i) = E(Y_i) = \mu_i,$$

e função de ligação logarítmica

$$g(\mu_i) = \log(\mu_i) = \eta_i.$$

Para um modelo bem ajustado, espera-se que o desvio residual (uma medida do ajuste do modelo) seja aproximadamente igual ao número de graus de liberdade do resíduo. Para a verificação do ajuste do modelo utilizou-se o gráfico normal de probabilidade com envelope de simulação.

Para a comparação dos tratamentos foram construídos intervalos de confiança para as médias de tratamentos, isto é,

$$\hat{\boldsymbol{\mu}} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \mathbf{A} \hat{\mathbf{V}} \mathbf{A}^T,$$

em que  $z_{\frac{\alpha}{2}}$  é o quantil da distribuição normal,  $\hat{\mathbf{V}} = \widehat{\text{Cov}}(\boldsymbol{\mu}) = \phi \hat{\mathbf{G}}^{-1} \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \hat{\mathbf{W}} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \hat{\mathbf{G}}^{-1}$  e

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \end{pmatrix}.$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ajustando-se o modelo de Poisson aos números de insetos coletados obteve-se a Tabela de análise de desvio (Tabela 1). Verifica-se que o modelo está bem ajustado e que existe efeito significativo de variedade. O gráfico normal de probabilidade com envelope de simulação (Figura 1) confirma o bom ajuste do modelo.

Os intervalos de confiança obtidos para as médias dos números de insetos por variedade estão apresentados na Tabela 2 e representados na Figura 2. Verifica-se que as va-

Tabela 1: Análise do Desvio, considerando o moledo de Poisson ajustado

Causa de Variação	GL	Desvios	Valor p
Blocos	2	132,63	<0,001
Tratamentos	2	31,17	<0,001
Resíduo	4	8,60	
Total	8	172,41	

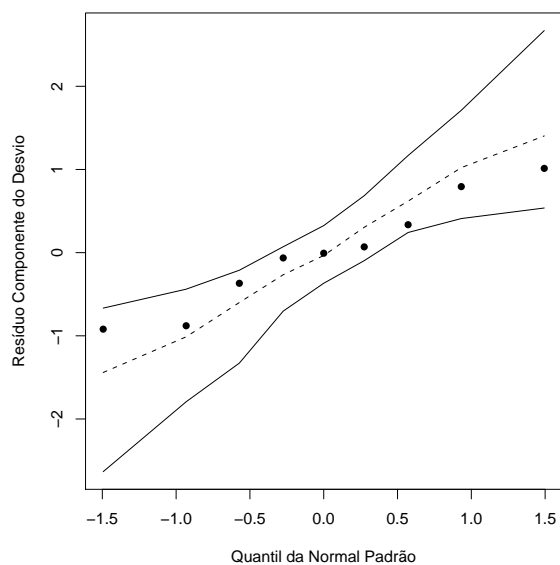


Figura 1: Normal probability plot do modelo ajustado

riedades Isolinha 1 e Bollgard não apresentam diferenças significativas entre si, e possuem a menor média do número de insetos encontrados, já o tratamento Isolinha II, apresentou o maior número de insetos, ou seja a variedade Bollgard é superior à variedade Isolinha II.

Tabela 2: Variedades e os respectivos intervalos de confiança ao nível de 95%

Variedades	IC inferior	IC superior
Isolinha I - 1	131,03	153,62
Bollgard - 2	147,38	171,28
Isolinha II - 3	248,93	279,72

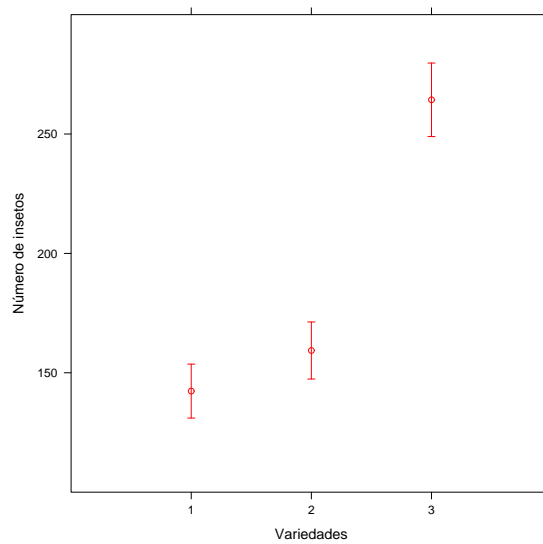


Figura 2: Intervalos de confiança para as médias dos números de insetos por variedade

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society. Series A: General Statistics, London, v.135, p.370-384, 1972.

R. Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing. R: A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. Disponível em :<<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 março. 2010.