

Aplicação dos modelos lineares generalizados na análise do número de ácaros

Ana Paula Coelho Madeira Silva¹²

Fabício Oliveira Fernandes¹²

Marcos Antonio Matiello Fadini¹²

1 Introdução

O estudo das relações entre densidades populacionais de ácaros-praga, plantas hospedeiras, ácaros predadores e fatores climáticos é fundamental para o estabelecimento das bases de um programa de manejo integrado pragas. Os levantamentos das espécies e o estudo da flutuação populacional de ácaros indica os padrões de ocorrência sazonal das espécies, sendo úteis para o entendimento dos fatores que influenciam tais dinâmicas (Hoy, 2011).

Com a expansão das áreas de cultura da seringueira no estado de Minas Gerais, tem-se observado registros de aumento de problemas com ácaros-praga. Potencialmente, dentro das espécies de ácaros-pragas, *Tenuipalpus heveae* pode alcançar o status de praga nessa cultura. Neste contexto, é importante o estudo da sazonalidade e dos fatores naturais que podem restringir o crescimento populacional desse ácaro. Dentre estes fatores, a resistência do clone cultivado, a presença de ácaros predadores e os fatores climáticos podem afetar a dinâmica populacional de *T. heveae* formam as bases para implementação de um programa de manejo integrado de ácaros (Pedigo e Rice 2008; Hoy 2011).

Portanto fazer uma modelagem a fim de estudar a dinâmica populacional do ácaro *T. heveae* é fundamental para a elaboração de estratégias que permitam o seu controle, utilizando variáveis como fatores que contribuem para o seu crescimento populacional. Para a construção do modelo, a variável resposta de interesse é o número de ácaros em folhas de seringueira e as distribuições consideradas neste estudo são a Poisson e binomial negativa.

A distribuição de Poisson é largamente empregada para analisar dados de contagem de um evento de interesse, por unidade de tempo, comprimento, área ou volume. Ao se supor que uma variável aleatória segue uma distribuição de Poisson de parâmetro λ_i tem-se que a média = variância = λ_i (DEMÉTRIO, 2001). Na prática isso nos diz respeito ao padrão de distribuição espacial dos ácaros, ou seja, à maneira pela qual eles encontram-se distribuídos na área. Sob essa suposição temos que os ácaros estão dispostos aleatoriamente ao longo das unidades experimentais, indicando que o número de indivíduos em certas unidades espaciais não afeta a ocorrência de indivíduos nas unidades vizinhas, fato que ocorre com pouca frequência.

¹UFSJ-CSL. e-mail: anapaula@ufsj.edu.br

²Agradecimento à Fapemig pelo apoio financeiro.

A distribuição agregada é a mais comum para os algumas espécies de ácaros e se caracteriza por formar na área experimental "focos" ou "reboleiras" onde os mesmos se acumulam. No padrão agrupado, a presença de ácaros é afetada pela maior ou menor densidade na vizinhança. Neste caso, temos que a variância é maior que a média caracterizando a distribuição binomial negativa.

O presente trabalho tem como objeto estudar a estudar as dinâmicas populacionais do ácaro *T. heveae* em clones de seringueira, utilizando a teoria de modelos lineares generalizados para análise dos dados.

2 Material e métodos

As coletas foram realizadas na Fazenda Experimental do Vale de Piranga, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Oratórios (20° 25' 51" S 42° 48' 21" O), MG. O período de coleta foi de setembro de 2010 a julho de 2011, em seringal com os clones RRIM/600 e IAN/873 em monocultivo. Cada clone foi amostrado em um talhão de 1 ha com 480 plantas de aproximadamente 26 anos idade. A área de coleta era circundada por pastagem, cafezal e culturas temporárias.

Para avaliar o nível populacional de ácaros em função de uma ou mais variáveis explicativas, predador, precipitação e clone, será utilizado a teoria de modelos lineares generalizados (GLM) considerando-se as distribuições Poisson e binomial negativa.

2.1 Modelos lineares generalizados

Durante muitos anos os modelos normais lineares foram utilizados na tentativa de descrever a maioria dos fenômenos aleatórios. No entanto, em muitas situações a suposição de normalidade não é plausível de modo que o uso de métodos que assumem a normalidade pode ser insatisfatório e aumentam a probabilidade de cometermos erros inferenciais.

Nelder e Wedderburn (1972) propuseram os Modelos Lineares Generalizados, que são uma extensão dos modelos normais lineares. Mostraram que a maioria dos problemas estatísticos podem ser formulados, de uma maneira unificada, como modelos de regressão. Esses modelos envolvem uma variável resposta univariada, variáveis explicativas e uma amostra aleatória de n observações, sendo representados por três componentes:

- i) Componente aleatório, representado por um conjunto de variáveis aleatórias independentes, provenientes de uma mesma distribuição que faz parte da família exponencial de distribuições:

$$f(y_i; \theta_i, \phi) = \exp\{\phi^{-1}[y_i\theta_i - b(\theta_i)] + c(y_i, \phi)\}$$

- ii) Componente sistemático, as variáveis explicativas (x_1, x_2, \dots, x_n) , entram no modelo na

forma de uma soma linear de seus efeitos:

$$\eta = \mathbf{X}\beta$$

iii) Função de ligação, uma função que vincula o componente aleatório ao sistemático,

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

em que $g(\cdot)$ é uma função monótona e diferenciável.

3 O modelo

A variável resposta, Y_i , é o número de ácaros em cada face da folha e, portanto, as distribuições consideradas são a Poisson e binomial negativa. Como função de ligação adotou-se a função logarítmica $g(\mu) = \log(\mu)$ e como parte sistemática

$$\eta = \log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 \text{Predador}_i + \beta_2 \text{Precipitação}_i + \beta_3 \text{Clone}_i$$

Para verificar o ajuste do modelo será utilizada a deviance residual, o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o gráfico normal de probabilidades com envelope simulado. Todas as análises foram realizadas utilizando o ambiente R: A Language and Environment for Statistical Computing (2009).

4 Resultados e discussão

Para a contagem do número de ácaros em folhas de seringueira, considerou-se inicialmente o GLM com função de ligação logarítmica e família Poisson. A análise dos dados revela que, sob esse modelo, as variáveis explicativas predador, clone e precipitação, juntamente com o intercepto têm efeito significativo sob a variável resposta de interesse, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Estimativas dos parâmetros do modelo considerando a família Poisson.

Efeitos	Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	P-valor
Intercepto	β_0	2,4162	0,0999	$< 2e - 16$
Predador	β_1	0,0215	0,0010	$< 2e - 16$
Precipitação	β_2	-0,0009	0,0002	$1e - 04$
Clone	β_3	1,5193	0,0903	$< 2e - 16$

No entanto, o valor da Deviance residual foi de 756,82 com 16 graus de liberdade, AIC=855,57, evidenciando um ajuste inadequado do modelo. O gráfico normal de probabilidades com envelope simulado, Figura 1, mostra que os pontos se encontram fora da banda de confiança,

confirmando que o modelo não é adequado para explicar o comportamento dados.

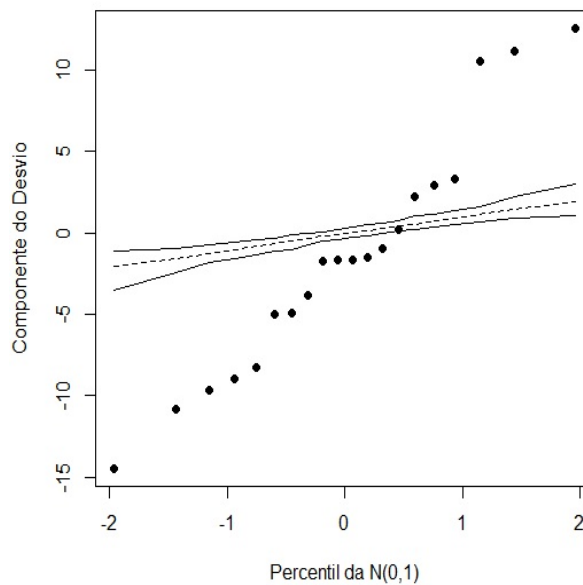


Figura 1: Gráfico normal de probabilidades com envelope simulado, família Poisson

Além disso, observa-se que o parâmetro de dispersão é de 47,3 indicando que o modelo apresenta superdispersão. Deste modo, devemos proceder a análise considerando a família binomial negativa com função de ligação logarítmica.

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas dos parâmetros do modelo linear generalizado com função de ligação logarítmica e família Binomial Negativa, ajustado para os dados do número de ácaros em folhas de seringueira.

Tabela 2: Estimativas dos parâmetros do modelo considerando a família Binomial Negativa.

Efeito	Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	P-valor
Intercepto	β_0	3,1167	0,3644	$< 2e - 16$
Predador	β_1	0,0281	0,0107	0,0086

As estimativas dos parâmetros mostram que as variáveis explicativas clone e precipitação não foram significativas. O modelo, contemplando o intercepto e a variável predador, apresentou uma deviance residual de 23,91 com 18 graus de liberdade e AIC de 190,61, evidenciando um ajuste adequado do modelo.

O gráfico de probabilidade com envelope simulado, Figura 2, mostra que todos os pontos se encontram dentro da banda de confiança, indicando um bom ajuste dos dados.

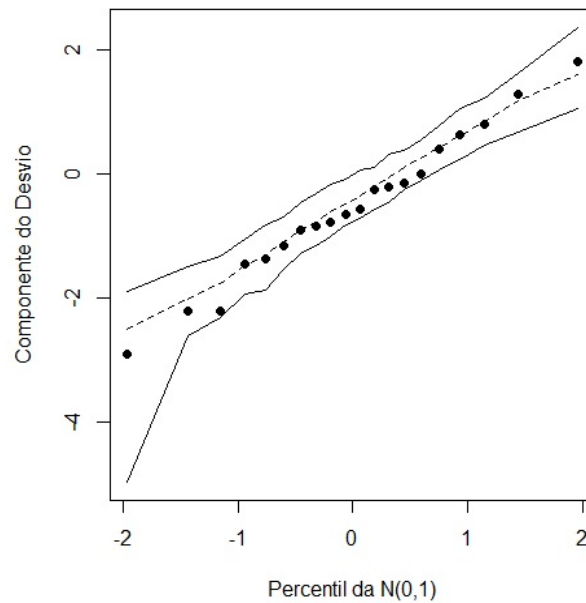


Figura 2: Gráfico normal de probabilidades com envelope simulado para o GLM, família Binomial Negativa

5 Conclusões

A teoria dos modelos lineares generalizados é uma importante ferramenta na análise de dados não normais.

O GLM com função de ligação logarítmica e família Binomial Negativa apresentou um bom ajuste aos dados do número de ácaros em folhas de seringueira.

Referências

- [1] DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos lineares generalizados em experimentação agrônômica**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 46, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. p.113.
- [2] HOY, M. A. **Agricultural acarology: introduction to integrated mite management**. CRC Press: Boca Raton. 2011. 410 p.
- [3] NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**. n. 135, p. 370-384, 1972.
- [4] PEDIGO, L.P.; RICE, M.E. **Entomology and pest management**. Prentice Hall: New Jersey. 2008. 784p.
- [5] R Development Core Team, organização: R Foundation for Statistical Computing, endereço: Vienna, Austria, ano: 2009, note: ISBN 3-900051-07-0, url: <http://www.R-project.org>.