BioAssay, 20, 2025: ba20002
doi: 10.37486/1809-8460.ba20002
e-ISSN: 1809-8460
Open Access Full Text Article

Supplementary Material

Redução da população de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com manejo comportamental na cultura da soja

In the format provided by the authors and unedited

Material suplementar

Tabela 1: Número de inseticidas aplicados nas áreas destinadas aos tratamentos "Testemunha" e "Área com feromônio" nos ensaios de soja.

Ensaio	Número total de inseticidas aplicados (Testemunha)[1]	Número total de inseticidas aplicados (Área com feromônio)[1]	Número de inseticidas aplicados para o controle de Lepidopteros (Testemunha)	Número de inseticidas aplicados para o controle de Lepidopteros (Área com feromônio)	Observações
Ensaio 1	5	4	4	3	
Ensaio 2	1	1	1	1	
Ensaio 3	-	-	-	-	Informação não fornecida pela fazenda
Ensaio 4	1	1	1	1	
Ensaio 5	9	9	0	0	
Ensaio 6	3	3	2	2	
Ensaio 7	9	9	5	5	
Ensaio 8	6	5	6	5	
Ensaio 9	7	7	2	2	
Ensaio 10	8	8	7	7	
Ensaio 11	-	-	-	-	Informação não fornecida pela fazenda
Ensaio 12	7	7	6	6	

Descrição detalhada da análise usada no manuscrito:

Um modelo personalizado, não linear, de efeitos mistos, baseado em uma distribuição de Poisson superdispersa, foi ajustado aos dados de captura para levar em conta as potenciais mudanças no desempenho do produto ao longo do tempo. O modelo foi ajustado dentro de uma estrutura bayesiana usando código Matlab personalizado.

O número de larvas encontradas por amostra de batida de pano foi modelado como uma variável aleatória binomial negativa, em função do tratamento com PFP (com feromônio), da cultivar Bt, de sua interação e dos efeitos aleatórios espaço-temporais.

1.1 Modelo de captura

Neste modelo, a redução da captura é explicitamente modelada para diminuir ao longo do tempo (embora ainda permita que ela permaneça constante durante a temporada, se for o que os dados sugerem).

Seja y_{it} o número de mariposas por armadilha $i = 1, \ldots, n$ na data de amostragem $T = 1, \ldots, T_n$. Então,

$$
\begin{aligned}
y_{iT} \sim &\quad \text{Poisson}(\lambda_{iT}) \\
\lambda_{iT} = &\quad \sum_{t=T-duração+1}^{T} e^{\beta_0+\beta_1 x_{Bt,i}+\beta_{2,it} x_{PFP,i}+\epsilon_{0,it}+\epsilon_{1,it} x_{Bt,i}}
\end{aligned}
$$

Neste modelo, β_0 representa a contagem média geral de mariposas por dia para as armadilhas de controle, β_1 é um efeito fixo que permite uma contagem média diferente de mariposas para armadilhas em Bt-soy, $x_{Bt,i}$ é uma variável indicadora que é igual a 1 se uma armadilha for uma armadilha em Bt-soy e 0 caso contrário, e $\beta_{2,it}$ representa a diferença entre a contagem média de mariposas para uma observação de controle e uma observação de PFP para um determinado ponto no espaço e no tempo. $\beta_{2,it}$ é uma função do tempo ($\beta_{2,it} = \beta_{2,it}(t)$, t é medido em dias; a interrupção da captura pode diminuir ao longo do tempo. Em $t = 0$, há uma diferença máxima nas contagens de mariposas entre as observações de fundo e PFP, e como $t \to \infty$, $\beta_{2,it} \to 0$. $\boldsymbol{\beta}_2$, o vetor $NX1$ de todas as diferenças médias, também é uma função do efeito aleatório das correlações espaço-temporais adicionais entre locais e pontos de tempo para os gráficos PFP ($\boldsymbol{\epsilon}_{PFP}$). $x_{PFP,i}$é uma variável indicadora que é igual a 1 se a armadilha i for uma armadilha PFP e 0 caso contrário; $\epsilon_{0,it}$ é o efeito aleatório espaço-temporal para as taxas de fundo; $\epsilon_{1,it}$ é o efeito aleatório espaço-temporal adicional para as armadilhas Bt. Nenhum deslocamento é incluído neste modelo porque as contagens de mariposas esperadas são calculados em intervalos de tempo diários.

O multiplicador do efeito do tratamento, $\boldsymbol{\beta}_2$, é calculado em intervalos de tempo diários. É um parâmetro de efeito máximo, β_{Max}, multiplicado por uma proporção, que é uma função sigmoide da concentração de logaritmo de AI e do efeito aleatório espaço-temporal da PFP. É modelado como a CDF da distribuição t (que se aproxima de uma curva Probit conforme seu parâmetro nu se aproxima do infinito, com caudas mais espessas caso contrário). A distribuição de CDF foi deslocada de acordo com um parâmetro de "potência", μ. A concentração foi assumida como proporcional à quantidade de AI liberada por unidade de tempo, com a liberação, $\mathbf{r}$, modelada como uma distribuição Lomax (que pode ser considerada uma liberação exponencial com uma taxa de liberação distribuída em gama, que se aproxima de uma distribuição exponencial para a liberação de AI quando a variância da distribuição gama é pequena). Aqui, o tempo unitário associado às taxas de liberação é dias após a aplicação (DAA). A variação correlacionada (em relação à distância no espaço, data e idade da planta) no multiplicador do efeito do tratamento foi incluída por meio da variável de superdispersão ($\boldsymbol{\epsilon}_{PFP}$) adicional do Processo Gaussiano (GP) adicionada ao logaritmo da concentração, utilizando um kernel exponencial ao quadrado. Assim, para cada ponto no espaço e no tempo, um multiplicador do efeito do tratamento foi calculado com base no tempo desde a aplicação/instalação, de acordo com a função de liberação ao longo do tempo, função de resposta, ruído do GP e efeito máximo:

$$
\begin{aligned}
\boldsymbol{\beta}_{2,it} &= \beta_{Max} \cdot t_{CDF}\left(\frac{M - \mu + \boldsymbol{\epsilon}_{PFP,it}}{\sigma}, \nu\right)^{\omega} \\
M &= \ln(A) + \ln(r_{it}) \\
r_{it} &= \sum_{App=a=1}^{5} r\left(d_{a,it} | \gamma, \theta\right) = \sum_{App=a=1}^{5} \gamma\left(1 + \theta d_{a,it}\right)^{-\left(\frac{\gamma}{\theta}+1\right)}
\end{aligned}
$$

$d_{a,it}$ é o tempo (em dias) desde a aplicação a para a armadilha i na data de observação t. A, a taxa de aplicação, é definida como 26 g/ha. Os efeitos aleatórios espaço-temporais (ou seja, $\boldsymbol{\epsilon}$) provêm das seguintes distribuições normais multivariadas:

Cada efeito aleatório espaço-temporal $\boldsymbol{\epsilon}$ tem a seguinte distribuição normal multivariada:

$$\boldsymbol{\epsilon} \sim N(0, \boldsymbol{\Sigma})$$

Cada elemento c_{jk} das matrizes de covariância tem a seguinte fórmula:

$$
\begin{aligned}
c_{jj} &= \tau^2 && \text{para } j = k \\
c_{jk} &= \phi \cdot exp\left\{-\frac{\left|s_j - s_k\right|^2}{l_s^2} - \frac{\left|d_j - d_k\right|^2}{l_d^2} - \frac{\left|a_j - a_k\right|^2}{l_a^2}\right\} && \text{para } j \neq k
\end{aligned}
$$

onde $\left|s_j - s_k\right|$ é a distância espacial entre duas contagens de dano $j = it$ e $k = i't'$, $\left|d_j - d_k\right|$ é a distância temporal entre a data de amostragem de duas contagens de dano, e $\left|a_j - a_k\right|$ é a distância temporal entre idade de planta de duas contagens de dano.

Como a captura de adultos ocorre ao longo de um período de tempo e não em um ponto específico, foi usada uma aproximação discreta: os pontos médios dos períodos foram usados como datas e idades das plantas.

Os parâmetros β_0, μ,ln(γ),ln(θ) são dados Cauchy (0,1) antes das distribuições enquanto outros parâmetros são dados meio-Cauchy (0,1) antes da distribuição.

1.2 Modelo de Contagem de Lagartas (Danos)

O número de lagartas encontradas por amostra de batida de pano foi modelado como uma variável aleatória binomial negativa, em função do tratamento com PFP, da cultivar Bt, de sua interação e dos efeitos aleatórios. Neste modelo, as armadilhas CGP (Testemunha) não Bt são o grupo de referência, ou controle, com o qual os tratamentos são comparados.

Seja $\mathbf{y_{it}}$ vetor de pontuações de danos (ou seja, contagens de larvas) de todas as amostras associadas à ID da parcela i = 1,..., n no tempo t = 1,..., T_n.. Então,

$$\begin{aligned} y_{it,j} \sim \ & \text{Neg. Bin.}(\lambda_{it}, k) \\ \log(\lambda_{it}) = \ & \beta_0 + \beta_1 x_{Bt,i} + \beta_2 x_{PFP,i} + \beta_3 x_{Bt,i} x_{PFP,i} + \\ & \epsilon_{0,it} + \epsilon_{1,it} x_{Bt,i} + \epsilon_{2,it} x_{PFP,i} + \epsilon_{3,it} x_{Bt,i} x_{PFP,i} \end{aligned}$$

Os efeitos aleatórios espaço-temporais são definidos conforme acima.

Os parâmetros $\boldsymbol{\beta}$ de efeitos fixos recebem distribuições a priori de Cauchy (0,1), enquanto k, $\boldsymbol{\tau}$, $\boldsymbol{\phi}$, $\mathbf{l_s}$, $\mathbf{l_t}$, $\mathbf{l_a}$e α recebem distribuições a priori de meio-Cauchy (0,1).