



Análise da Distribuição de Parasitismo da Mosca-das-Frutas Sul-Americana

Pollyane Vieira da Silva^{1*}; Alexandre Molter^{2†}
Arlan da Silva Ferreira^{3‡}; Dori Edson Nava^{4§}

Resumo: No Brasil, a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) é considerada a principal praga da fruticultura em climas temperados e subtropicais, demandando estratégias de manejo eficazes para evitar perdas econômicas significativas. Neste contexto, este trabalho visou modelar a taxa de parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* em *Ceratitis capitata* e de *Doryctobracon brasiliensis* em *A. fraterculus*, testando diferentes distribuições de probabilidade e analisando o parasitismo em função da quantidade de larvas hospedeiras ao longo de 24 horas de exposição. Utilizando o *software* R, foram aplicadas as distribuições Log-normal e Gamma, escolhidas com base na tendência observada nos dados, caracterizada por um rápido aumento na quantidade de larvas parasitadas seguido por uma desaceleração gradual. Para avaliar a qualidade dos ajustes dos modelos, foram utilizados o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Desvio Padrão Residual (DPR). Os resultados indicaram que, para ambos os conjuntos de dados, a distribuição Log-normal apresentou o melhor desempenho. Ao modelar a taxa de parasitismo de forma adequada, este estudo contribui para um melhor entendimento das dinâmicas de controle biológico e oferece subsídios para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de manejo de pragas na fruticultura.

Palavras-chave: Mosca-das-frutas; distribuições de probabilidade; taxa de parasitismo.

*pollyane.silva@ufpel.edu.br

†alexandre.molter@ufpel.edu.br

‡arlansil@yahoo.com.br

§dori.edson-nava@embrapa.br

¹Departamento de Matemática e Estatística (DME/UFPEL).

²Departamento de Matemática e Estatística (DME/UFPEL).

³Departamento de Física (DF/UFPEL).

⁴EMBRAPA Clima Temperado – Pelotas, RS.

1 INTRODUÇÃO

Na família Tephritidae estão englobadas as principais pragas da fruticultura mundial, que são as moscas-das-frutas. Este complexo de espécies possuem uma grande diversidade de hospedeiros e causam grande impacto econômico na fruticultura (Dias et al., 2018). No Brasil, a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) é considerada a principal praga de fruticultura em climas temperados e subtropicais, demandando estratégias de manejo eficazes para evitar perdas econômicas significativas (Nava e Botton, 2010; Botton et al., 2023).

O controle dessa espécie é comumente realizado por meio de inseticidas, como organofosforados e piretroides, aplicados em área total ou através de iscas-tóxicas (Arioli et al., 2004; Nava e Botton, 2010). No entanto, a retirada progressiva dos inseticidas organofosforados do mercado global, junto à ineficácia do uso isolado de inseticidas químicos de contato e ingestão, evidencia a necessidade de alternativas de controle menos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana.

Uma das estratégias mais promissoras para o manejo de moscas-das-frutas é o controle biológico, utilizando parasitoides exóticos ou nativos. Embora a introdução de espécies exóticas tenha demonstrado êxito em vários países (Wong et al., 1991; Duan e Messing, 1997; Montoya et al., 2013), no Brasil, o foco tem se concentrado nas espécies nativas, como *Doryctobracon brasiliensis* (Szepligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae), um endoparasitoide de larva-pupa que parasita larvas de moscas-das-frutas em diferentes hospedeiros (Leonel et al., 1995, Aguiar-Menezes and Menezes, 1997, Raga et al., 2004, Salles, 1996, Marinho et al., 2009).

Além de *A. fraterculus*, outra praga de grande relevância no Brasil é *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), ambas alvos de controle biológico com o braconídeo *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), amplamente utilizado em programas de controle biológico clássico (Montoya et al., 2000).

Pesquisas recentes têm mostrado resultados promissores quanto ao potencial de *D. brasiliensis* como agente de controle biológico (Poncio et al., 2016, 2018; Gonçalves et al., 2023), apesar de serem necessários mais estudos sobre sua produção em larga escala e eficácia em campo. Ao se tratar da produção em larga escala dos parasitoides, é necessário estabelecer um custo de produção. Este custo está diretamente ligado à capacidade de parasitismo do agente de controle, ou seja, a taxa de parasitismo tem importância significativa na produção massal de parasitoides, e consequentemente, no seu custo de produção. Portanto, a relação entre a oferta de hospedeiros e seu respectivo , pode ser analisada por uma distribuição da taxa de parasitismo.

Neste contexto, este trabalho visa modelar a taxa de parasitismo de *D. longicaudata* em *C. capitata* e de *D. brasiliensis* em *A. fraterculus*, testando diferentes distribuições de probabilidade, analisando o parasitismo em função da quantidade de larvas hospedeiras ao longo de 24 h de exposição. As análises estatísticas foram realizadas no *software* livre R.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise da distribuição de parasitismo foram utilizados dois bancos de dados, um de uma tese de doutorado, e o outro, de um experimento realizado na EMBRAPA Clima Temperado. Os dois bancos de dados utilizados serviram para a confirmação da tendência da distribuição de parasitismo.

2.1 Banco de Dados Utilizados

O primeiro conjunto de dados refere-se ao comportamento de fêmeas de *D. longicaudata* expostas a larvas de *C. capitata* (Altafini, 2012). As densidades determinadas no experimento foram de 1, 3, 5, 10, 25, 35 ou 55 larvas de moscas-das-frutas por unidade de parasitismo. O número de repetições por densidade variou em função da disponibilidade de hospedeiros. Para *C. capitata*, foram feitas 46, 20, 35, 34, 35, 28 e 20 repetições, respectivamente, para cada densidade.

O segundo conjunto de dados envolve casais de *D. brasiliensis* de cinco dias de idade, que foram individualizados em gaiolas feitas de copos plásticos de 500 mL, com a parte superior coberta por tecido de nylon (0,5 x 0,5 mm) para permitir a aeração e o parasitismo de larvas de 3º instar no interior das unidades de parasitismo, posicionadas sobre as gaiolas. As fêmeas de *D. brasiliensis* tiveram acesso a 5, 10, 15, 20, 25 e 30 larvas de *A. fraterculus* por 24 horas, em unidades compostas por placas de acrílico contendo polpa de goiaba envolta em tecido tipo voile. Após o período de parasitismo, as larvas foram transferidas para frascos de acrílico, onde ocorreu a pupação e a emergência de moscas ou parasitoides. O experimento, conduzido em delineamento inteiramente casualizado e esquema unifatorial, incluiu 100 repetições, com cada repetição composta por um casal de *D. brasiliensis*. O fator de tratamento foi o número de larvas de *A. fraterculus* expostas, e os parâmetros avaliados foram o número de descendentes e o percentual de parasitismo.

2.2 Distribuições de Probabilidade

Para analisar a distribuição de larvas parasitadas serão utilizadas duas distribuições de probabilidade: a distribuição Log-normal e a distribuição Gamma. A escolha destas duas distribuições se deu devido à tendência da distribuição dos dados, a saber, uma rápida subida na quantidade de larvas parasitadas, e após, uma descida lenta, se aproximando de zero à medida que cresce a oferta de larvas. No que segue, será feita uma breve apresentação destas duas distribuições.

2.2.1 Distribuição Log-Normal

De acordo com o teorema central do limite, para um conjunto de n variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas z_i , ($i = 1, \dots, n$), a sua soma segue uma distribuição gaussiana $Z = z_1 + \dots + z_n$ no limite em que $n \rightarrow \infty$. Por isso dizemos a distribuição gaussiana

é associada a processos aditivos. Tomando a exponencial na variável Z e chamando $X = \exp(Z)$, ou seja, $X = \exp(z_1 + \dots + z_n) = \exp(z_1) \cdot \dots \cdot \exp(z_n)$ segue uma distribuição Log-normal, que é associada a processos multiplicativos que ocorrem com bastante frequência em fenômenos biológicos complexos. O caso inverso, o logaritmo de uma variável com distribuição Log-normal de parâmetros μ e σ tem distribuição Normal com média μ e desvio-padrão σ . A função de densidade de uma variável aleatória X com distribuição Log-normal é dada por:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\log(x) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

com $x > 0$, μ é a média do logaritmo da variável e σ é o desvio padrão do logaritmo da variável. Esse tipo de distribuição é adequado para dados assimétricos, nos quais há maior dispersão em valores altos, uma característica observada frequentemente em taxas de parasitismo.

A figura 1(a,b) ilustra a função densidade de probabilidade $f(x; \mu, \sigma)$ da distribuição Log-normal, para o parâmetro de locação μ e escala σ .

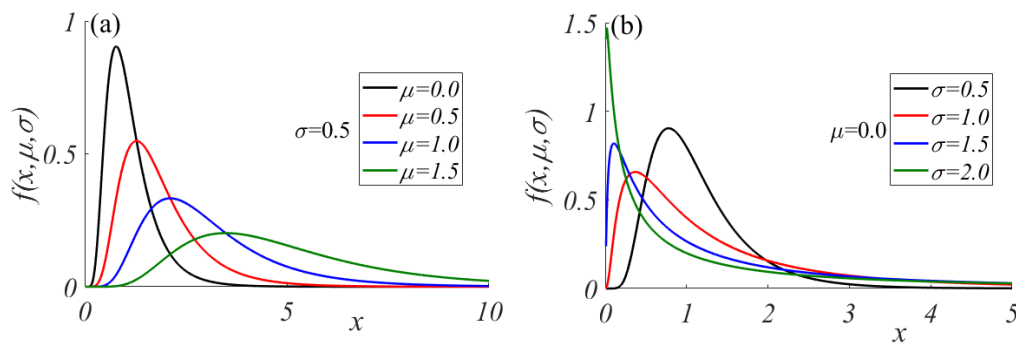


Figura 1: A função densidade de probabilidade da distribuição Log-normal para diferentes valores de (a) μ , com fixo σ , e (b) σ , com fixo μ . Fonte: Os autores (2024).

2.2.2 Distribuição Gamma

A distribuição Gamma é uma das mais gerais distribuições, pois diversas distribuições são casos particulares dela, por exemplo, a distribuição exponencial, distribuição qui-quadrado, distribuição Weibull, entre outras (Taveira, 2017).

Diz-se que uma variável aleatória X tem distribuição Gamma com parâmetros α e β se sua função densidade de probabilidade é dada por

$$f(x; \alpha, \beta) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} & \text{se } x > 0 \\ 0 & \text{se } x \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

em que $\Gamma(\alpha)$ é a função gama, α é chamado de parâmetro de forma e β é o parâmetro de taxa.

A distribuição Gamma é apropriada para modelar dados contínuos positivos que apresentam assimetria à direita, sendo especialmente útil em situações em que a variância dos dados aumenta com a média. Essa distribuição é indicada para modelar fenômenos em que as variáveis são não-negativas e os valores pequenos são mais frequentes, como observado em processos biológicos, como o parasitismo, onde há uma maior concentração de observações em valores baixos e uma cauda longa para valores maiores.

A figura 2 (a,b) ilustra a função densidade de probabilidade $f(x; \alpha, \beta)$ da distribuição Gamma, considerando diferentes valores para α e β .

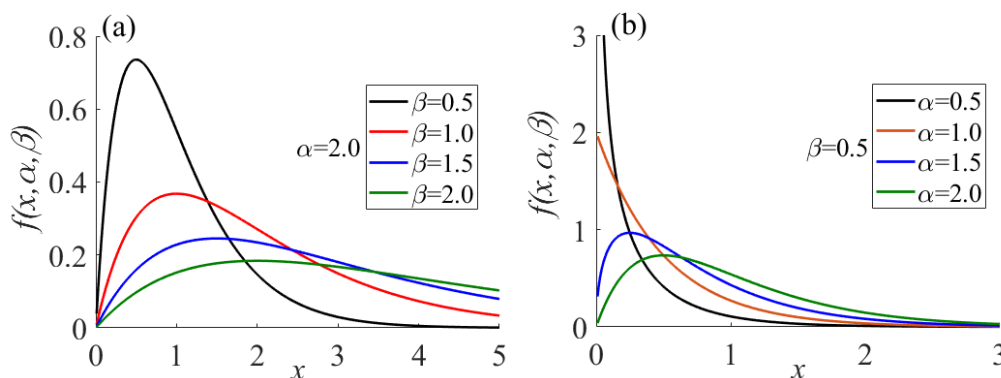


Figura 2: A função densidade de probabilidade da distribuição Gamma para diferentes valores de β (a), com fixo $\alpha = 2.0$ e (b) fixo $\beta = 0.5$ e vários valores de α . Fonte: Os autores (2024).

Ambas as distribuições, Log-normal e Gamma, possuem assimetria (skewness) positiva, o que significa que a maioria dos seus valores se concentra em torno de um limite inferior, com caudas altas que se estendem para a direita.

2.3 Análise Estatística

A metodologia utilizada neste estudo baseia-se no ajuste de um modelo não linear para descrever a relação entre a densidade de hospedeiros e a taxa de larvas parasitadas. Primeiramente, foi realizada a modelagem não linear utilizando a função `nls()` e os modelos ajustados foram baseados na distribuição Log-normal e Gamma. O método de estimação dos parâmetros utilizado foi o método dos mínimos quadrados não lineares. Esse método busca minimizar a soma dos quadrados dos resíduos, ou seja, a diferença entre os valores observados e os valores preditos pelo modelo.

A função `nls()` ajusta os parâmetros do modelo utilizando um algoritmo de otimização. Segundo Mazucheli e Achcar (2002), o algoritmo de estimação dos parâmetros em regressão não linear mais comum é o método de Gauss-Newton, que se baseia em uma aproximação linear, de primeira ordem, em série de Taylor para a função $f(\mathbf{X}, \boldsymbol{\beta}) = (f(x_1, \boldsymbol{\beta}), \dots, f(x_n, \boldsymbol{\beta}))^\top$ em torno de uma vizinhança de $\boldsymbol{\beta}^n$, em que $\boldsymbol{\beta}^n$ é o verdadeiro valor do parâmetro $\boldsymbol{\beta}$. Após o ajuste do modelo, foi gerada uma sequência de valores interpolados para a variável densidade, com o objetivo de suavizar a curva predita e facilitar a interpretação gráfica.

Para comparar a qualidade do ajustes dos modelos utilizou-se dois avaliadores: o critério de informação de Akaike (AIC) e o desvio padrão residual (DPR).

Akaike (1974) definiu seu critério de informação como:

$$AIC = -2 \ln(L) + 2p \quad (3)$$

sendo L o máximo da função de verossimilhança e p o número de parâmetros. Esse critério fundamenta-se na minimização da distância de Kullback-Leibler (K-L) como base para seleção de modelos, oferecendo uma medida relativa das informações perdidas, quando um determinado modelo é usado para descrever a realidade. Por isso, o melhor modelo é o que apresenta menor valor para esse critério. O AIC é baseado no logaritmo da função de verossimilhança em seu ponto máximo, somada a uma penalidade associada ao número de parâmetros do modelo.

O DPR quantifica o tamanho médio dos resíduos. Alguns livros referem-se ao DPR como “root mean square” ou raiz do quadrado médio (Motulsky; Christopoulos, 2003). O DPR é calculado a partir do quadrado médio do resíduo (QMR), do número de observações n e do número de parâmetros p do modelo, usando a seguinte equação:

$$DPR = \sqrt{\frac{QMR}{n - p}} \quad (4)$$

Para realizar as análises estatísticas foram utilizados os pacotes `nls2` e `ggplot2` no *software* R versão 4.3.3 (R Core Team, 2024) com a interface RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos foram ajustados aos dados da taxa de parasitismo de fêmeas de *D. longicaudata* expostas a larvas de *C. capitata*. As estimativas dos parâmetros dos modelos podem ser encontradas na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativas dos parâmetros dos modelos Log-normal e Gamma, com AIC e DPR.

Distribuição	Estimativas	AIC	DPR
Log-normal	$\hat{\mu} = 4,18$ $\hat{\sigma} = 1,54$	-23,49	0,03
Gamma	$\hat{\alpha} = 1,36$ $\hat{\beta} = 0,04$	-19,34	0,04

A avaliação da qualidade do ajuste dos modelos foi realizada com base nos critérios AIC (Critério de Informação de Akaike) e DPR (Desvio Padrão Residual). Na Tabela 1, observa-se que o modelo Log-normal apresentou um menor valor de AIC (-23,49) em comparação ao modelo Gamma (-19,34), indicando que o Log-normal oferece um ajuste superior aos dados. Além disso, o valor de DPR para o modelo Log-normal (0,03) também é menor que o do modelo Gamma (0,04). Isso sugere que a variabilidade dos dados em relação ao ajuste do modelo Log-normal é menor, reforçando a conclusão

de que ele é mais apropriado para descrever a taxa de larvas parasitadas em função da densidade de hospedeiros.

A figura 3 ilustra os ajustes dos modelos Log-normal e Gamma à taxa de parasitismo de fêmeas de *D. longicaudata* expostas a larvas de *C. capitata*. O gráfico mostra os dados observados e as curvas ajustadas para cada distribuição.

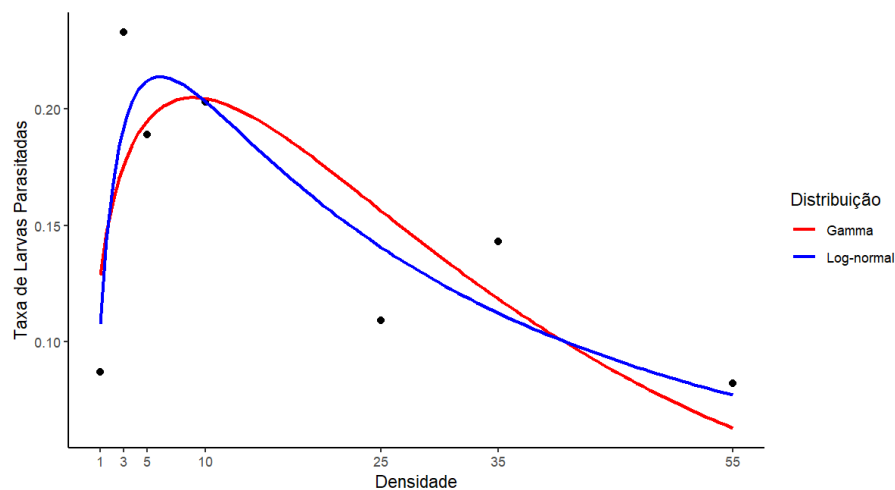


Figura 3: Dados observados de fêmeas de *D. longicaudata* expostas a larvas de *C. capitata* e os ajustes dos modelos Log-normal e Gamma. Os pontos são os dados experimentais. Fonte: Os autores (2024).

O mesmo procedimento foi realizado para os dados referentes às fêmeas de *D. brasiliensis*, que tiveram acesso a 5, 10, 15, 20, 25 e 30 larvas de *A. fraterculus*. Apresentamos na Tabela 2 as estimativas dos parâmetros dos modelos Log-normal e Gamma, juntamente com os critérios de avaliação AIC e DPR.

Tabela 2: Estimativas dos parâmetros dos modelos Log-normal e Gamma, com AIC e DPR.

Distribuição	Estimativas	AIC	DPR
Log-normal	$\hat{\mu} = 3,63$ $\hat{\sigma} = 1,49$	-25,61	0,02
Gamma	$\hat{\alpha} = 1,45$ $\hat{\beta} = 0,07$	-13,46	0,06

Para esse conjunto de dados, o modelo Log-normal também apresentou um melhor ajuste em comparação ao modelo Gamma, com valores de AIC e DPR inferiores. Isso sugere que a distribuição Log-normal foi mais eficaz ao descrever a relação entre o número de larvas e o comportamento das fêmeas de *D. brasiliensis*.

Na figura 4, apresentamos os ajustes dos modelos Gamma e Log-normal aos dados observados, com a inclusão do ponto próximo à (0,0) no gráfico, a fim de destacar a rápida elevação da taxa de parasitismo em densidades baixas de hospedeiros. Observa-se, a partir das análises nas figuras 3 e 4, que somente a distribuição Log-normal consegue acompanhar o decaimento da cauda alta à direita dos dados experimentais.

Ambos os modelos mostraram-se eficazes na captura dos padrões dos dados, refletindo a tendência de aumento acentuado no início e estabilização posterior. Nota-se que os

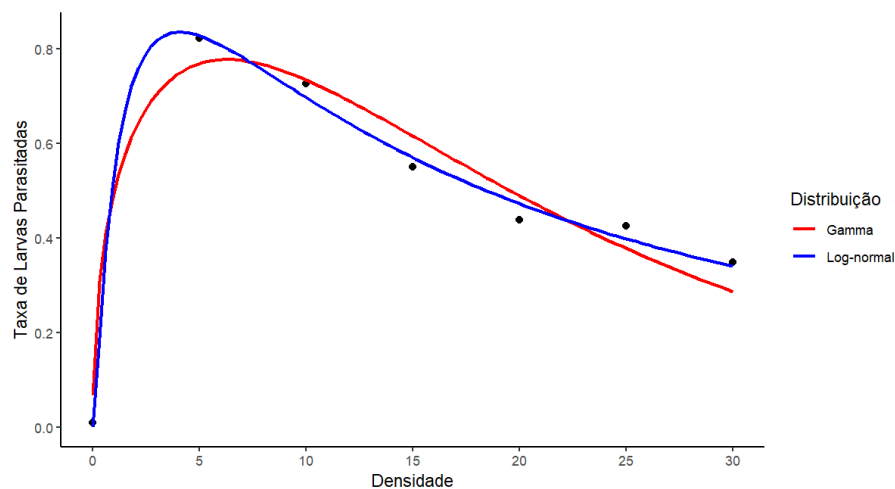


Figura 4: Dados observados de fêmeas de *D. brasiliensis* expostas a larvas de *A. fraterculus* e os ajustes dos modelos Log-normal e Gamma. Os pontos são os dados experimentais. Fonte: Os autores (2024).

ajustes forneceram uma boa correspondência com os valores observados, sugerindo que ambos os modelos descrevem adequadamente o comportamento biológico em estudo.

Pretendemos, em trabalhos futuros, reproduzir os dados experimentais aqui apresentados via simulações computacionais, modelando a dinâmica complexa parasitismo/parasitoides. Nas simulações, podemos eliminar as grandes flutuações devido ao baixo número de repetições imposto na experimentação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram analisadas duas distribuições de probabilidade para larvas parasitadas: a distribuição Log-normal e a distribuição Gamma. Pelas análises estatísticas realizadas, a distribuição que melhor se ajustou aos dados foi a Log-normal.

Numa estratégia de criação massal de parasitoides, o conhecimento da distribuição do parasitismo é fundamental, uma vez que ele estabelece a capacidade máxima de parasitismo. A taxa de parasitismo também entra como fator a ser levado em conta no custo de produção de parasitoides.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] Arioli, C. J., Botton, M., Carvalho, G. A. 2004. Controle químico da *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro. **Ciência**

Rural, 34, 1695-1700.

- [2] Aguiar-Menezes, E. L., Menezes, E. B. 1997. Natural occurrence of parasitoids of *Anastrepha* spp. Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) in different host plants, in Itaguai (RJ), Brazil. **Biol. Control**, 8, 1-6.
- [3] Botton, M., Machota Junior, R., Arioli, C. J. 2023. Controle químico das moscas-das-frutas e uso de tecnologias “atrai-mata”. In: Zucchi, R.A.; Malavasi, A.; Adaime, R.; Nava, D. E. (Org.). **Mosca-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. 1 ed. Piracicaba: v. 1, p. 491-511.
- [4] Dias, N. P., Zotti, M. J., Montoya, P., Carvalho, I. R., Nava, D. E. 2018. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. **Crop Prot.**, 112, 187-200.
- [5] Duan, J. J., Messing, R. H. 1997. Effect of two Opiine parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) introduced for fruit fly control on a native Hawaiian Tephritid, *Trupanea dubautiae* (Diptera: Tephritidae). **Biol. Control**, 8, 177-184.
- [6] Montoya, P., Ruiz, L., Pérez-Lachaud, G., Cancino, J., Liedo, P. 2013. Field superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* attacking *Anastrepha* spp. larvae on mango fruits. **Biol. Control**, 64, 160-165.
- [7] Nava, D. E., Botton, M. 2010. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 29p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 315).
- [8] Raga, A., Prestes, D. A. O., Souza Filho, M. F., Sato, M. E., Siloto, R. C., Guimarães, J. A., Zucchi, R. A. 2004. Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of São Paulo, Brazil. **Neotrop. Entomol.**, 33, 85-89.
- [9] Salles, L. A. B. 1996. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na região de Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 31, 769-774.
- [10] Wong, T., Ramadan, M., Mcinnis, D., Mochizuki, N., Nishimoto, J., Herr, J. 1991. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) to suppress a Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. **Biol. Control**, 1, 2-7.
- [11] Akaike, H. A. 1974. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, New York, v. 19, p. 716 - 723.
- [12] Altafini, D. L. 2012. Parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* (Asmead) (Hymenoptera: Braconidae) em *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae): resposta funcional, superparasitismo e preferência. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- [13] Gonçalves, R. S., Nornberg, S. D., Nava, D. E. 2023. Bioecologia e técnicas de criação de parasitoides das moscas-das-frutas. In: Zucchi, R. A.; Malavasi, A.; Adaime, R.; Nava, D. E. (Org.). **Mosca-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, v. 1, p. 371-385.
- [14] Marinho, C. F., Souza-Filho, M. F., Raga, A., Zucchi, R. A. 2009. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado de São Paulo: plantas associadas e parasitismo. **Neotrop. Entomol.**, 38, 321-326.
- [15] Mazucheli, J.; Achcar, J. A. 2002. Algumas considerações em regressão não linear. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 6, p. 1761-1770
- [16] Montoya, P., Liedo, Benrey, B., Barrera, J. F., Cancino, J., Aluja, M. 2000. Functional response and superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 93, 47-54.
- [17] Motulsky, H.; Christopoulos, A. 2003. **Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression: a practical guide to curve fitting**. 4. ed. San Diego, CA: GraphPad Software.
- [18] Poncio, S., Nunes, A. M., Gonçalves, R. D. S., Lisboa, H., Manica-Berto, R., Garcia, M. S., Nava, D. E. 2016. Biology of *Doryctobracon brasiliensis* at different temperatures: development of life table and determining thermal requirements. **J. Appl. Entomol.**, 140, 775-785.
- [19] Poncio, S., Nunes, A. M., Gonçalves, R. D. S., Lisboa, H., Manica-Berto, R., Garcia, M. S., Nava, D. E. 2018. Strategies for establishing a rearing technique for the fruit fly parasitoid, *Doryctobracon brasiliensis* (Hymenoptera: Braconidae). **J. Econ. Entomol.**, 111, 1087-1095.
- [20] Taveira, A. D. P. 2017. Uma modelagem estatística aplicada ao controle biológico da praga que ataca a cultura do algodão (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo.