

Modelagem *in silico* de inseto-pragaBárbara A. Rockenmeyer¹, Cláudia P. Ferreira²

IBB/UNESP, Botucatu, SP

Odair A. Fernandes³

FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP

O inseto *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae), conhecido como lagarta falsa-medideira, após uso excessivo de fungicidas para controle da ferrugem asiática [8], passou a ser considerada a principal praga da soja. O ciclo do inseto (de ovo a adulto) dura, em média, de 22,1 a 62,2 dias, sendo as temperaturas entre 30°C e 20°C respectivamente, que se enquadram perfeitamente nas observadas em regiões de cultivo de soja brasileiras, as mais propícias ao desenvolvimento do inseto [5].

As plantas geneticamente modificadas vêm sendo adotadas no cultivo de monoculturas [5]. O uso da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) faz com que a planta transgênica atue como inseticida contra a infestação de *C. includens* [7]. Com o uso dessa tecnologia, é essencial que áreas de refúgio sejam implementadas. Refúgios são áreas na plantação onde é cultivada soja convencional. Insetos homozigotos suscetíveis provenientes das áreas de refúgio ao se acasalarem com os provenientes da área Bt (homozigotos resistentes) promovem a manutenção da tecnologia, ao gerarem indivíduos heterozigotos num cenário onde a resistência é recessiva [3].

Antigamente acreditava-se que as áreas de refúgio não deveriam receber pesticidas. Atualmente, sabe-se que estas plantas se tornam pouco atrativas para oviposição quando estão sob intenso ataque de pragas. Com isso, não cumprem a sua função de gerarem insetos suscetíveis. Então, o monitoramento de insetos em áreas de refúgio é essencial na tomada de decisão para o uso de pesticidas nessas áreas. Para o monitoramento utiliza-se o método de pano-de-batida, que consiste na batida das plantas sobre um pano e uma posterior contagem de lagartas grandes e pequenas [6]. O conhecimento adquirido sobre a dinâmica espaço-temporal de *C. includens* advindo do monitoramento das áreas de refúgio pode ser utilizado no desenvolvimento de modelos matemáticos preditivos.

Nesse contexto, propomos estudar um modelo matemático de equações diferenciais com retardo, não-autônomo, onde as variáveis I e A representam o número de imaturos (ovo, larva e pupa) e adultos no instante t , S a sobrevivência dos imaturos e τ o tempo de desenvolvimento [1, 4]

$$\begin{aligned}\frac{dI(t)}{dt} &= K(T(t))A(t) - M(t) - \mu_I(T(t))I(t) \\ \frac{dA(t)}{dt} &= M(t) - \mu_A(T(t))A(t) \\ \frac{dS(t)}{dt} &= S(t) \left(\frac{\phi(T(t))\mu_I(T(t-\tau(t)))}{\phi(T(t-\tau(t)))} - \mu_I(T(t)) \right) \\ \frac{d\tau(t)}{dt} &= 1 - \frac{\phi(T)}{\phi(T(t-\tau(t)))},\end{aligned}$$

¹barbara.rockenmeyer@unesp.br²claudia.pio@unesp.br³odair.fernandes@unesp.br

sendo

$$M(t) = K(T(t - \tau(t))A(t - \tau(t))S(t) \frac{\phi(T(t))}{\phi(T(t - \tau(t)))}$$

e $K := K(I, A, T, t)$. Essa função depende da taxa de oviposição e da competição intraespecífica a qual pode ocorrer na fase imatura ou adulta e pode ser também modulada pela temperatura. Os demais parâmetros são as taxa de mortalidades μ_I e μ_A da fase imatura e adulta, respectivamente, e a taxa de desenvolvimento ϕ [2]. No modelo, K , γ , μ e ϕ dependem da temperatura a qual varia temporalmente.

As seguintes temperaturas constantes, 18°C, 22°C, 25°C, 28°C e 32°C, serão apresentados e discutidos com o objetivo de determinar valores ótimos e limiares para a invasão e sobrevivência do inseto em diferentes ambientes.

Referências

- [1] P. Amarasekare e V. Savage. “A framework for elucidating the temperature dependence of fitness”. Em: **The American Naturalist** 179.2 (2012), pp. 178–191.
- [2] A.S. Benedito, O. A. Fernandes e C. P. Ferreira. “Thermal requirements and population viability of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae)”. Em: **Neotropical Entomology** 50.2 (2021), pp. 186–196.
- [3] A. S. Casmuz et al. “Estrategias para la prevención de la resistencia de insectos en soja Bt: Manejo de plagas en el refugio”. Em: **El Cultivo de la Soja en el Noroeste Argentino** (2017), pp. 115–121. URL: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/80266>.
- [4] C. A. Johnson et al. “Effects of temperature and resource variation on insect population dynamics: the bordered plant bug as a case study”. Em: **Functional Ecology** 30.7 (2016), pp. 1122–1131.
- [5] O. Bernardi, D. Bernardi, R. J. Horikoshi, C. Omoto. **Manejo da Resistência de Insetos a Plantas Bt**. PROMIP–Manejo Integrado de Pragas. Engenheiro Coelho, SP, 2016.
- [6] D. R. Sosa-Gómez, C. Omoto e C.B. Hoffmann-Campo, ed. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. <http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/>. Embrapa, 2012.
- [7] R. F. de Souza e R. A. Carvalho. **Tecnologia BT: um avanço para o agronegócio**. Monografia (Tecnólogo em Produção de Grãos), Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Posse, Jataí, GO, Brasil. 2016.
- [8] D. Zulin e C. J. Ávila. “Flutuação populacional e distribuição vertical de *Chrysodeixis includens* (Walker)(Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja”. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Grande Dourados, 2017.