

Modelo com dinâmica vital aplicado ao controle biológico de pragas

Sônia Ternes^{1,2} & Hyun Mo Yang³

¹ Departamento de Engenharia de Sistemas – FEEC/Unicamp

² Informática Agropecuária – CNPTIA/Embrapa

³ Departamento de Matemática Aplicada – IMECC/Unicamp

ternes@densis.fee.unicamp.br

Introdução

A utilização de modelos matemáticos aplicados a problemas de controle biológico de pragas permite uma avaliação do impacto entre as populações da praga e de seu inimigo natural. Desta forma, ao possíveis cenários alternativos resultantes de simulações dos modelos permitem analisar a eficiência do controle biológico no campo.

O modelo matemático apresentado representa a dinâmica populacional da praga “minadora das folhas de citros”, *Phyllocnistis citrella*, e do parasitóide *Galeopsomyia fausta*, o inimigo natural nativo mais frequente no Estado de São Paulo [1]. A minadora do citros é uma praga de grande potencial de danos à citricultura e encontra-se espalhada praticamente por todo o território nacional.

A praga e o parasitóide são espécies que apresentam metamorfose completa: fases de ovo, larva, pupa e indivíduo adulto. A predação ocorre na fase de pupa: o inseto adulto do parasitóide ovipõe dentro da câmara pupal da minadora; o ovo eclode dando origem à larva que irá se alimentar da pupa da minadora.

Modelo matemático

A interação entre as populações é descrita por um modelo matemático compartimental simplificado, considerando-se as fases adulta (M) e de pupa (P) para a minadora, e as fases adulta (G) e de larva (L) para o parasitóide. Abaixo é apresentado o modelo matemático geral que descreve, em termos de equações diferenciais ordinárias, a dinâmica de M, P, G e L.

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \phi_1(M)M - (\alpha_1 + \mu_2)P - f_1(P, G) & \frac{dL}{dt} &= \phi_2(G)G - (\alpha_3 + \mu_4)L + f_2(P, G) \\ \frac{dM}{dt} &= \alpha_1 P - \mu_1 M & \frac{dG}{dt} &= \alpha_3 L - \mu_3 G \end{aligned}$$

Os parâmetros relacionados à praga são α_1 , μ_1 e μ_2 que são as taxas de, respectivamente, pupas que dão origem a um indivíduo adulto, mortalidade do inseto adulto e mortalidade da pupa. As funções $\phi_1(M)$ e $f_1(P, G)$ correspondem à taxa per capita de crescimento natural da população da praga e função de predação do parasitóide sobre a praga, respectivamente. Os parâmetros relacionados ao parasitóide são α_3 , μ_3 e μ_4 que são as taxas de, respectivamente, larvas que dão origem a um indivíduo adulto, mortalidade do adulto e mortalidade da larva. As funções $\phi_2(G)$ e $f_2(P, G)$ são, respectivamente, a taxa per capita de crescimento natural da população do parasitóide e função de ganho de parasitismo.

Três variantes do modelo são apresentadas e analisadas, tendo-se encontrado os pontos de equilíbrio e suas condições de estabilidade [2]. As variantes consideram três diferentes taxas $\phi_1(M)$ e $\phi_2(G)$:

1. crescimento linear dependente do tamanho da população: $\phi_1(M) = \alpha_2 M$ e $\phi_2(G) = \alpha_4 G$;
2. controle intra-específico de cada população: $\phi_1(M) = \alpha_2 M^{-1/2}$ e $\phi_2(G) = \alpha_4 G^{-1/2}$;
3. capacidade de suporte do meio-ambiente: $\phi_1(M) = \alpha_2 (1 - M/c_1)$ e $\phi_2(G) = \alpha_4 (1 - G/c_2)$;

onde α_2 é a taxa de ovos que vão originar pupa da praga, α_4 é a taxa de oviposição da fêmea do parasitóide e c_1 , c_2 referem-se aos limites que as populações atingem decorrentes da capacidade do meio.

Em todos os modelos analisados têm-se $f_1(P, G) = k_1 PG$ e $f_2(P, G) = k_2 PG$, ou seja, para as funções que descrevem a interação entre as duas espécies é assumido que a população de pupas da praga decresce devido a um encontro aleatório entre o adulto do parasitóide e a pupa de praga, proporcional a uma taxa k_1 ; em contraposição, a população de larvas do parasitóide é beneficiada por este encontro aleatório, de modo proporcional a uma taxa k_2 .

Bibliografia

- [1] EMBRAPA. Centro Nacional de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (Jaguariúna, SP). *Avaliação de risco da introdução de inimigos naturais exóticos para o controle da minadora da folha de citros, Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracilariidae)*. Jaguariúna, 1997. Projeto de pesquisa em andamento.
- [2] MURRAY, J.D. *Mathematical Biology*. New York: Springer-Verlag, 1993.