

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO BICHO-MINEIRO DO CAFEIRO EM CONDIÇÕES DE CAMPO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO-MG

Anderson C. S. OLIVEIRA¹, E-mail: ancasli@yahoo.com.br; Solange G. F. MARTINS¹; Mauricio S. ZACARIAS²

¹Departamento de Ciências Exatas – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG; ²Embrapa Café, Lavras

Resumo:

Foram realizadas simulações da flutuação populacional de lagartas do bicho-mineiro do cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), utilizando-se dados de temperatura e precipitação pluvial relativos ao município de São Sebastião do Paraíso-MG no período de 1989 a 1993. Os resultados da simulação foram comparados com aqueles obtidos em pesquisa de campo realizado por Reis e Souza (1996), sendo verificado que para a maioria dos anos o modelo foi capaz de reproduzir os picos populacionais do inseto-praga.

Palavras-chave: Dinâmica Populacional, Modelo Penna, *Leucoptera coffeella*.

COMPUTACIONAL SIMULATION OF THE POPULATION DYNAMICS OF THE COFFEE LEAF-MINER IN FIELD CONDITIONS FOR THE MUNICIPAL DISTRICT OF SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO-MG

Abstract:

Simulations of the larvae population dynamics of the coffee leaf-miner, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), were carried using temperature and pluvial precipitation data relative to the locality of São Sebastião do Paraíso-MG in the period from 1989 to 1993. The resulted simulations were compared with those obtained in field research accomplished by Reis and Souza (1996), it was verified that for most of the years the model was able to reproduce the population picks of the insect-pest.

Key words: Population Dynamics, Penna Model, *Leucoptera coffeella*.

Introdução

O bicho-mineiro do cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842), é uma importante praga nas principais regiões produtoras. As lagartas vivem dentro de lesões ou minas foliares por elas construídas, causando prejuízos em torno de 37% a 80%, em função da redução de produtividade do cafeeiro (Souza *et al.*, 1998).

A ocorrência do bicho-mineiro está condicionada a fatores climáticos, tais como temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa, sistema de condução da lavoura, presença ou ausência de inimigos naturais como parasitóides, predadores e entomopatógenos, ciclo bienal do café, entre outros. Estes fatores, atuando isolados ou conjuntamente, poderão determinar maiores ou menores infestações da praga (Parra, 1981; Souza *et al.*, 1998).

Assim é proposto neste trabalho um modelo para determinar a flutuação populacional desta praga com base em temperatura e precipitação pluvial, usando dados experimentais relatados por (Parra, 1981). Considerando a necessidade de uma estrutura etária, utilizou-se o Modelo Penna em sua versão sexuada (Stauffer *et al.*, 1996).

Material e Métodos

Para simulação da flutuação populacional de lagartas do bicho-mineiro em condições de campo na cidade de São Sebastião do Paraíso, no período de 1989 a 1993, utilizou-se o Modelo Penna (Stauffer *et al.*, 1996) em sua versão sexuada. Para cada ano foram considerados valores de temperatura média e precipitação média por pântada.

Considerou-se inicialmente uma população formada de N_0 indivíduos “diplóides”, cujos “genótipos” são definidos ao nascer. Seus “genótipos” são representados em geral por duas palavras computacionais de 32 bits compostas de 0's e 1's, significando que os indivíduos podem viver no máximo até a idade 31. Por simplicidade explicaremos o modelo Penna neste caso mais simples.

Um bit setado em 1 representa o efeito de uma mutação deletéria na idade correspondente. A cada idade é contado o número acumulado de mutações deletérias. Esta contagem é feita em paralelo, pois uma dada idade corresponde a 2 bits, um de cada palavra computacional. Para efeito de contagem consideraram-se todas as mutações dominantes, ou seja, para que uma mutação seja contada, basta que 1 apareça em somente uma das palavras em paralelo. Se esse número for igual a T (número máximo de mutações deletérias), então o indivíduo certamente morrerá.

A população inicial N_0 é composta de 50% de machos e 50% de fêmeas. Para cada fêmea que atinge a idade mínima R de reprodução, é escolhido aleatoriamente um macho com idade igual ou maior que R , para gerar B filhos (50% machos e 50% fêmeas). Ao modelo tradicional foi acrescentado o período de pré-oviposição (*PRE*), período que antecede o início da postura de ovos pela fêmea fecundada. A cada dia deste período a fêmea põe b ovos.

Para construir o “genótipo” do filho o “genótipo” da mãe é cortado em uma posição aleatória produzindo quatro tiras. Duas partes complementares, pertencentes a palavras computacionais diferentes, são escolhidas para dar forma ao gameta da mãe. Um dos gametas é escolhido aleatoriamente e passado para o filho. Após isto, M mutações deletérias são introduzidas aleatoriamente neste gameta. Se o bit sorteado estiver setado em 0 ele será setado em 1, e se estiver setado em 1 continuará setado em 1. O resultado final corresponde a uma palavra computacional do “genótipo” do filho. O mesmo ocorre com o “genótipo” do pai, para a formação da segunda palavra computacional que compõe o “genótipo” do filho.

Para modelar restrições ambientais é introduzido no modelo o fator de Verhulst. O indivíduo irá envelhecer e sobreviver à etapa temporal seguinte com uma probabilidade dada por $1 - N(t)/N_{max}$, sendo $N(t)$ o tamanho da população em um dado tempo t e N_{max} a capacidade de carga do ambiente. Como o fator de Verhulst é atualizado no início de cada etapa temporal, os filhos gerados em uma dada etapa, somente serão computados para efeitos deste fator na etapa temporal seguinte. Os indivíduos que estiverem na fase de ovo não sofrem ação deste fator, morrendo apenas pelo acúmulo de mutações deletérias.

Considerando que a precipitação é um fator climático que afeta a sobrevivência do bicho-mineiro, foi acrescentado ao modelo uma probabilidade de morte devido à precipitação, definida por:

$$P_m(\rho) = 0,95(1 - \exp(-0,0125\rho))$$

sendo P_m a probabilidade de morte e ρ a precipitação média diária.

Visto que o bicho mineiro vive além dos 31 dias, na simulação o “genótipo” de cada indivíduo é composto por oito palavras computacionais de 32 bits.

Os parâmetros do modelo independentes da temperatura, N_{max} , T e M , assumiram os valores apresentados na Tabela 1. Tipicamente, N_{max} é 10 vezes maior que a população inicial N_0 . T e M , são parâmetros arbitrados de modo a se obter curvas de sobrevivência adequadas.

Tabela 1 – Parâmetros do Modelo Penna independentes da temperatura

Parâmetros	N_{max}	T	M
Valores	10.000	4	4

Os parâmetros do modelo dependentes da temperatura foram ajustados a partir dos dados experimentais de Parra (1981), pelas seguintes equações

$$\begin{aligned} R(\theta) &= 32458,9\exp(-0,3545\theta) + 17,2757 \\ PRE(\theta) &= 51,98\exp(-0,14\theta) \\ DOV(\theta) &= 1471,11\exp(-0,27\theta) + 3,67 \\ B(\theta) &= -0,65\theta^2 + 34,24\theta - 413,35 \\ b(\theta) &= 0,3867\theta - 6,9489 \end{aligned}$$

Assim, os valores de idade mínima de reprodução (R), período de pre-oviposição (PRE), duração da fase de ovo (DOV), número total de filhos (B) e número diário de filhos (b), foram atualizados a cada etapa temporal.

Com esses parâmetros a dinâmica da população segue as regras simples do Modelo Penna. As simulações foram realizadas de $t=0$ a $t=360$ dias, (aproximadamente um ano), considerando uma população inicial com $N_0=10.000$, sendo 5.000 fêmeas e 5.000 machos.

Como no levantamento de flutuação populacional do bicho-mineiro realizado por Reis e Souza (1996), considerou-se apenas a população de lagartas, foi necessário ajustar a partir dos dados experimentais de Parra (1981), a seguinte equação para duração da fase de lagarta;

$$DLV = 1478,10\exp(-0,25\theta) + 8,83$$

sendo DLV a duração da fase de lagarta e θ a temperatura.

Para cada ano, foram calculados os tamanhos médios das populações de lagartas a cada 30 etapas temporais (dias). Em seguida, estes valores foram normalizados.

Resultados e Discussão

Na figura 1 são apresentadas as flutuações populacionais de lagartas do bicho-mineiro do cafeeiro (com e sem precipitação), as temperaturas médias mensais e precipitações médias mensais para o município de São Sebastião do Paraíso-MG, nos anos de 1989 a 1993. Verifica-se que para todos os anos, sem a influência da precipitação, a população do bicho-mineiro do cafeeiro apresenta dois picos anuais, em março/abril e setembro/outubro. Com a precipitação observa-se que apresenta apenas um único pico populacional em setembro/outubro. Assim, tem-se que a precipitação é um fator que reduz o crescimento populacional do bicho-mineiro, regulando a população no período chuvoso do ano.

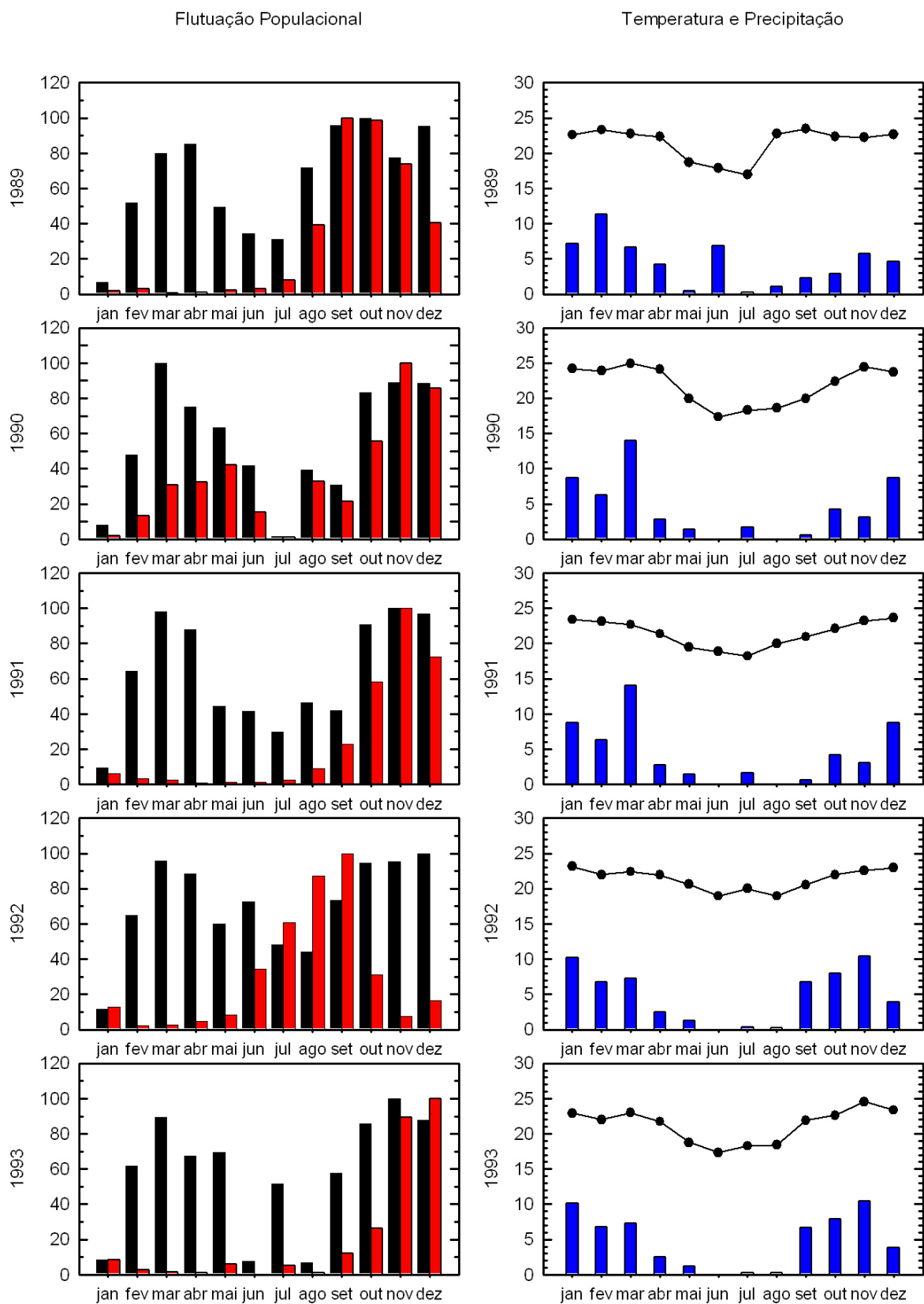


Figura 1 – Flutuação populacional de lagartas de bicho-mineiro do café para o município de São Sebastião do Paraíso-MG, nos anos de 1989 a 1993, obtidas pela simulação sem (preto) e com (vermelho) influência da precipitação, e suas temperaturas médias mensais (•—•) e precipitações pluviométricas médias mensais (azul).

Na figura 2 são apresentadas as flutuações populacionais de lagartas de bicho-mineiro para a cidade de São Sebastião do Paraíso, obtidas por Reis e Souza (1996) e por simulação, bem como temperaturas médias mensais e precipitações médias mensais nos anos de 1989 a 1993.

No ano de 1989, pela simulação a população apresentou um pico populacional nos meses de setembro/outubro, diferindo dos resultados experimentais em que o pico ocorreu nos meses de junho a agosto. De um modo geral, nos anos

1990, 1991 e 1992 os resultados obtidos pela simulação ficaram próximos aos experimentais, reproduzindo os picos populacionais encontrado por Reis e Souza (1996).

Em 1993, não foi possível reproduzir a mesma flutuação obtida por Reis e Souza (1996), pois na simulação ocorreu um pico populacional nos meses de novembro/dezembro, não evidenciado experimentalmente.

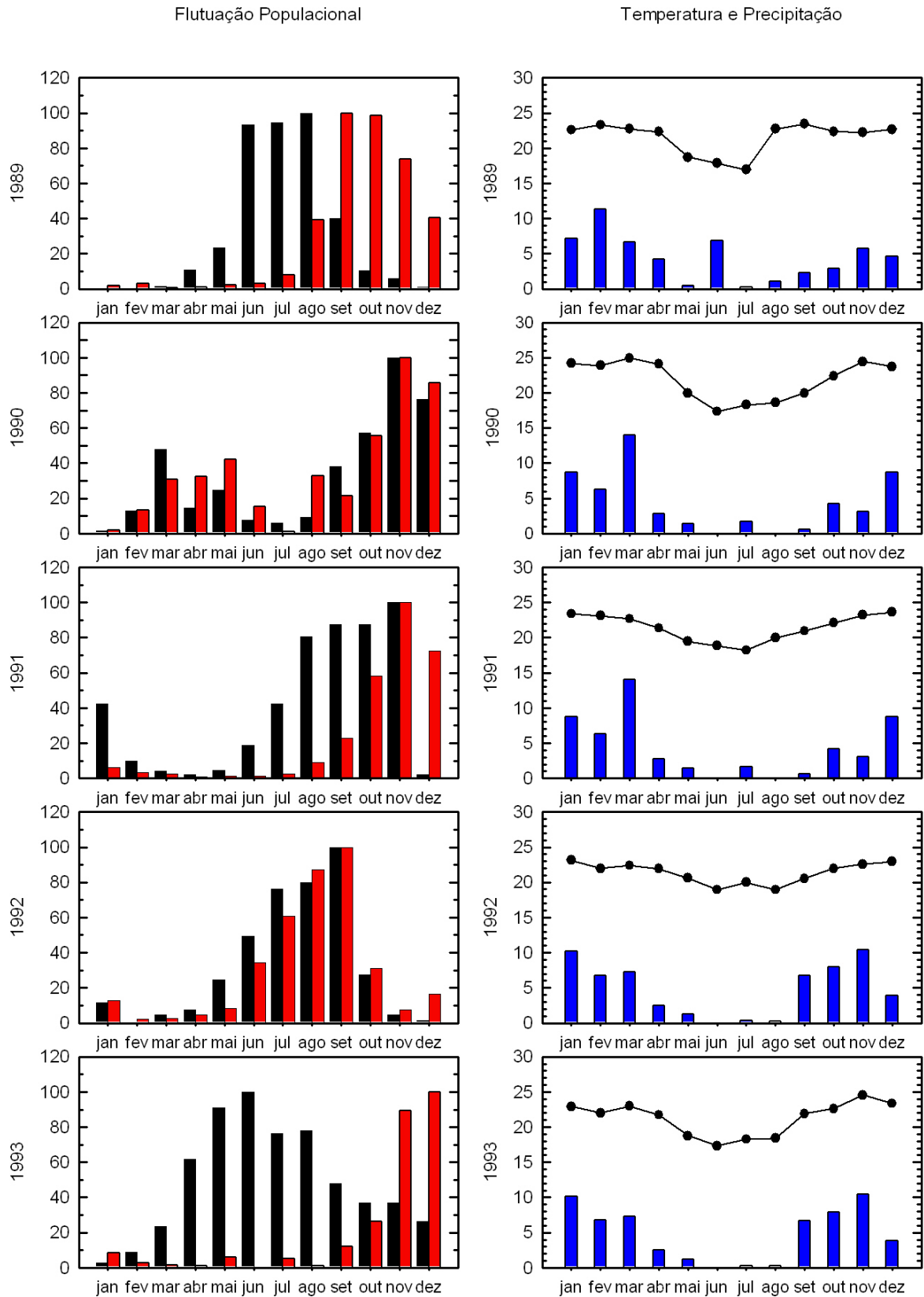


Figura 2 – Flutuação populacional de lagartas de bicho-mineiro do cafeeiro para o município de São Sebastião do Paraíso-MG, nos anos de 1989 a 1993, obtidas por Reis e Souza (1996) (preto) e simulação com precipitação (vermelho), e suas temperaturas médias mensais (●—) e precipitações pluviométricas médias mensais (azul).

Conclusões

O modelo proposto conseguiu reproduzir a dinâmica populacional do bicho-mineiro, sob efeito de temperatura e precipitação, para a maioria dos anos testados. Assim pode ser uma ferramenta útil para a previsão de prováveis picos populacionais dessa praga, mesmo sem a inclusão de outros fatores de regulação além da precipitação.

Referências Bibliográficas

PARRA, J.R.P. (1981) Biologia comparada de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Meneville, 1842) (Lepdoptera-Lyonetiidae), visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. 96p. Tese de Livre Docência, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

REIS P.R. e SOUZA, J.C. (1996) Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Meneville, 1842) (Lepdoptera-Lyonetiidae), e seu reflexo na produção de café. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 12,

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. e RIGITANO R.L.O. (1998) Bicho mineiro: biologia, danos e manejo integrado 2ª Ed. Belo Horizonte: EPAMIG.

STAUFFER, D.; DE OLIVEIRA, P.M.C.; MOSS DE OLIVEIRA, S; ZORZENON DOS SANTOS, R.M. (1996) Monte Carlo simulations of sexual reproduction. Physica A, 231:504-514.