

Controle ótimo não linear da aplicação de fungicidas na lavoura

Michele C. Valentino*

Centro de Matemática, Computação e Cognição, CMCC, UFABC,
09210-170, Santo André, SP
E-mail: mc_val1@yahoo.com.br,

Adilson Brandão

Universidade Federal de São Carlos, campos Sorocaba
18052-780, Sorocaba, SP
E-mail: adilsonvb@ufscar.br

RESUMO

O prejuízo causado na agricultura por uma população de fungos relativo as infestações de plantas, mobilizou pesquisadores a estudar formas de combatê-las. Uma tentativa de controlar essas populações é através da aplicação de fungicidas, contudo, o surgimento deste controlador deu início aos problemas de resistência de fungos, assim, criando a necessidade de se entender e quantificar o fenômeno, pois tal resistência pode causar prejuízos tanto aos fabricantes de fungicidas, quanto aos agricultores que o utilizam.

O modelo proposto em [2] para o controle de uma população de fungos que desenvolve resistência com a aplicação de fungicidas é uma extensão do modelo proposto em [3], que é um modelo que envolve os efeitos das competições inter e intra específicas com capacidade suporte das populações consideradas e ainda tal população é subdividida em sensíveis(S) e resistentes (R).

Temos como hipóteses para o em [2] :

- $N(t)$ é a área ocupada por fungos e tal população é subdividida em $S(t)$ que é a fração foliar da cultura lesionada por sensíveis e $R(t)$ por resistentes em cada instante de tempo. Antes das aplicações de fungicidas temos as condições iniciais $S(0) = S_0 > 0$ e $R(0) = R_0 > 0$;
- r_S e r_R são taxas de infecções provocadas por sensíveis e resistentes respectivamente;
- α é a taxa de mudança de sensível para resistente;
- β é a eficácia do fungicida e incorpora o fato da mesma depender da concentração do fungicida utilizado;
- $u(t)$ é a taxa de aplicação do fungicida, contínua por partes, com $0 \leq u(t) \leq 1$;
- Consideramos $dS/dt > 0$ e $dR/dt > 0$ no sentido de, uma vez que a folha é atacada por fungos a área lesionada não mais se regenera mesmo com a aplicação do fungicida.

Considerando os itens acima em termos da área total lesionada, omitindo a variável t das

*bolsista Capes

funções S, R, N e u para uma simplificação e ainda tomando $r_R = r_S = r$ teremos

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = rN(1-N)(1-\beta u) + rR\beta u(1-N), \\ \frac{dR}{dt} = rR(1-N) + \alpha r(N-R)(1-N)(1-\beta u), \\ N(0) = N_0 = S_0 + R_0, 0 \leq u(t) \leq 1. \end{cases} \quad (1)$$

Queremos encontrar um controle ótimo ($0 \leq \bar{u} \leq 1$) da dinâmica (1) que minimize o funcional quadrático

$$J(u) = N(t_f) + c_1 \int_0^{t_f} u^2(t) dt, \quad (2)$$

ou seja, que minimize a área total lesionada levando em consideração a severidade dos efeitos do fungicida no meio ambiente, sendo esta severidade representada pelo termo u^2 .

O interesse deste trabalho é aplicar o modelo citado acima (2) sujeito à (1) no controle de fungos do feijoeiro baseados nos dados em [2], sendo que este quantificou alguns parâmetros monocíclicos do fungo causador da ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) e da mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) a diferentes temperaturas em dois cultivares: Rosinha G-2 e Carioca.

A intenção ainda é fazer os experimento numéricos usando o MATLAB, assim podendo comparar estes experimentos com os feitos em [2], cujo interesse era encontrar um controle ótimo ($0 \leq \bar{u} \leq 1$) que minimizava o funcional linear

$$J(u) = N(t_f) + c_1 \int_0^{t_f} u(t) dt, \quad (3)$$

ou seja, minimiza a área total lesionada por fungos no feijoeiro e a quantidade de fungicida usada, assim minimizando o custo deste controle químico sem se preocupar com o efeito que este causa no meio ambiente.

Referências

- [1] R.B. Bassanezi, L.Amorin, A.B.Filho e C.V.Godoy, Análise Comparativa entre ferrugem e a mancha angular do feijoeiro: efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos, *Fitopatologia basileira*, 22 No.3(1997).
- [2] R.Zotin, R.C.Bassanezi, H.M.Yang, Modelos Interespecíficos para o Controle Químico de Áreas Foliares Lesionadas por Fungos, *Tendências em Matemática Aplicada e Computacional*, 1, No.1(2000)
- [3] C.G.Varassin, Modelagem Matemática para o crescimento de populações de fungos e o desenvolvimento da resistência a fungicidas, "Tese de Mestrado", UNICAMP, 1996.