

Uma abordagem fuzzy na dinâmica OGM x Natural

Rinaldo Vieira da Silva Júnior¹ and Valtemir Martins Cabral²

¹ Federal University of Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca, NCEX, 57309-005, Arapiraca, Alagoas, Brazil,

`rinaldo.junior@arapiraca.ufal.br`

² Federal University of Amazonas

ICE, UFAM Manaus, Brazil

`valtemircabral@gmail.com`

Resumo No modelo proposto temos um sistema de reação-difusão-transporte considerando o vento constante numa direção, analisando os efeitos da competição entre os cultivos natural e geneticamente modificado. Utilizando as ferramentas da matemática intervalar pretendemos lidar com a imprecisão do vento e assim exibir cenários mais confiáveis onde a mistura ocorreu.

Keywords: Matemática Intervalar. Dinâmica fuzzy. Plantas transgênicas. Biomatemática.

1 Introdução

No trabalho recente [1] utilizando de equações diferenciais parciais foi analisado o impacto ambiental que modela um processo de competição intraespecífica entre um cultivo transgênico e sua variante natural. O modelo proposto [2] utiliza equações do tipo difusão-reação-transporte que descreve a dispersão de sementes e a conseqüente mistura de cultivos (natural e geneticamente modificado) que crescem em campos adjacentes. Nesta abordagem, a mistura de cultivos está espacialmente distribuída, de forma homegênea, devido ao mecanismo de dispersão (vento) ser assumido como forte [3].

Usando coordenadas cartesianas retangulares X e Y para localizar as posições dentro da lavouras, formando um retângulo, e supondo que exista uma barreira em torno do contorno dos dois campos plantados, assim que a condição de Neumann chamada *sem fluxo na fronteira* é aplicada nossas equações do modelo tomam a seguinte forma

$$\begin{cases} \partial_t N^1 = D_1 \Delta_{X,Y} (N^1) + \beta_2 k \partial_X N^1 + \lambda N^1 - (\lambda \alpha_1 + \beta_1)(N^1)^2 - \beta_2 N^1 N^2, \\ \partial_t N^2 = D_2 \Delta_{X,Y} (N^2) + \beta_1 k \partial_X N^2 + \lambda N^2 - (\lambda \alpha_2 + \beta_2)(N^2)^2 - \beta_1 N^1 N^2, \end{cases} \quad (1)$$

onde o operador Laplaciano Euclidiano $\Delta_{X,Y}$ é o mesmo em ambas equações.

Algumas hipóteses são assumidas no modelo acima. Supondo que o mecanismo de dispersão no ambiente é suficientemente forte, ou o campo ser pequeno o suficiente, as populações das diferentes sementes se misturam até que as duas são distribuídas uniformemente sobre toda a região. No modelo proposto, estamos assumindo que os coeficientes de difusão D_1, D_2 são grandes, com $d = \min(D_1, D_2)$ e na região invariante Σ , a qual representa as populações C^1 e C^2 . Temos que $M = \max(Jf)_\Sigma = \max|df|$, com df representa o gradiente da função f e A representa o primeiro auto-valor não-nulo do Laplaciano Δ no plano euclidiano, o qual é aproximadamente $\frac{1}{\rho^2}$, onde ρ é a diagonal do retângulo $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ que no nosso modelo é um retângulo, e de fato, estamos considerando que a região invariante $\Sigma \subset \Omega$. O sistema D-R-T proposto atingirá, durante um tempo suficientemente longo, uma solução estável homogênea espacialmente [4].

Note-se que, posteriormente, poderemos presumir que as áreas onde ocorre a mistura são distribuídas geograficamente dependendo da fonte de dispersão, e podem dividir a região entre categorias mistas e não-misturadas. Pretendemos exibir cenários com as duas categorias indicando as regiões onde a mistura ocorreu ou não, considerando a incerteza dos coeficientes dispersivos β_1 e β_2 , neste caso dado o vento. Propomos nesse momento, utilizar ferramentas da matemática intervalar com intuito de buscar uma boa estimativa nos parâmetros no modelo [5]. Assumindo que os coeficientes β_i são números fuzzy esperamos que os seus α -níveis caracterizem a intensidade do vento. Associamos ao sistema (1) um modelo fuzzy do qual pretendemos obter cenários mais confiáveis de onde a mistura de sementes ocorreu.

Com o potencial da lógica fuzzy na análise de sistemas evolutivos, acreditamos que tal abordagem forneça suporte para um modelo matemático mais completo [6,7].

Referências

1. Antonelli, P.L., Rutz, S.F., Silva Junior, R.V.: Environmental analysis of impact of transgenic crops. *International Journal of Applied Mathematics* **26**(4) (2013) 515–524
2. Rutz, S.F., da Silva Jr, R.V., Catuogno, P.J.: Análise do impacto ambiental de plantações transgênicas. *Anais do Congresso de Matemática Aplicada e Computacional CMAC Nordeste* **1**(1) (2012) 347–350
3. Silva Jr, R.V.: Análise matemática do impacto ambiental de plantações transgênicas. PhD thesis (2015)
4. Conway, E., Hoff, D., Smoller, J.: Large time behavior of solutions of systems of nonlinear reaction-diffusion equations. *SIAM Journal on Applied Mathematics* **35**(1) (1978) 1–16
5. de Barros, L.C., Bassanezi, R.C.: Tópicos de lógica fuzzy e biomatemática. Grupo de Biomatemática, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (2006)
6. Barros, L.C., Tonelli, P.A.: Fuzzy perturbation of vector fields. In: IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 2001. Joint 9th, IEEE (2001) 3000–3002

7. Cabral, V.M.: Equações diferenciais fuzzy com parâmetros interativos. PhD thesis (2011)