



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

MODELAGEM E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO MODELO PRESA-PREDADOR¹

Rúbia Diana Mantai², Antonio Carlos Valdiero³.

¹ Pesquisa Institucional desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias e de Estudos Agrários;

² Bolsista Capes do Curso de Mestrado em Modelagem Matemática do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias. E-mail: rdmantai@yahoo.com.br ;

³ Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias. Líder do Grupo de Pesquisa Projeto em Sistemas Mecânicos, Mecatrônica e Robótica; E-mail: valdiero@unijui.edu.br .

Resumo

A modelagem matemática tem sua utilidade em inúmeras áreas do conhecimento, dentre elas as áreas biológicas. A simulação computacional de modelos matemáticos nos sistemas agrários tem ajudado muito na visualização de fenômenos no tempo, o que é muito útil para tomada de decisões do produtor quanto sua produção. A partir do modelo de Lotka-Volterra, foi simulado o combate do ácaro fitófagos (presa) através do ácaro fitoseídeos (predador), demonstrando assim a modelagem presa-predador com a implementação em diagrama de blocos pelo software Matlab. A visualização das figuras dos gráficos demonstrou que não havendo interferência externa o sistema possui um ciclo contínuo, e que aquilo que causa o crescimento ou decréscimo da densidade de uma população é exatamente a densidade da população oposta. Sendo assim, o produtor sabendo o tempo que ocorre os fenômenos pode intervi-lo da maneira que lhe convém, garantindo assim a produção máxima de sua cultura.

Palavras-chave: Lotka-Volterra; Produção de morangos; Matlab

Introdução

Ao longo da história, o homem sempre procurou compreender os fenômenos da natureza e suas leis. Em busca deste objetivo encontrou uma poderosa ferramenta que o auxiliou nesta tarefa: a Matemática (FERREIRA, 2010). Segundo Chevallard (2001), um aspecto essencial da atividade matemática consiste em construir um modelo matemático da realidade que queremos estudar, trabalhar com tal modelo e interpretar os resultados obtidos nesse trabalho, para responder as questões inicialmente apresentadas. Grande parte da atividade matemática pode ser identificada, portanto com uma atividade de Modelagem Matemática.

Em sistemas dinâmicos populacionais há uma vasta aplicação da modelagem matemática, sendo que todo programa de controle biológico deve começar com o reconhecimento dos inimigos naturais da "praga-chave da cultura", principal organismo que causa danos econômicos a lavouras. Assim sendo, uma vez identificada a espécie e o





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

comportamento da "praga" em questão, o principal desafio dos centros de pesquisa diz respeito à reprodução desse inimigo natural em grandes quantidades e com custos reduzidos (PEREIRA et al., 1998).

De acordo com Kovaleski et al (2006) a produção de morangos é atacada por ácaros fitófagos, provocando mosqueamento ou clorose, bronzeamento, perda de vigor, redução na produção, desfolhamento, murchamento permanente, atrofiamento podendo causar a morte das plantas. Porém têm-se os fitoseídeos que são ácaros mais comuns e mais importantes no controle dos ácaros fitófagos sendo que onze espécies de Phytoseiidae foram relatadas associadas à cultura do morangueiro no RS com destaque para *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904).

Em geral, a criação de ácaros fitoseídeos (predador) ocorre naturalmente em todos os ambientes, sendo necessário apenas de alimento para se multiplicar. Portanto, é conveniente que antes do estabelecimento do morangueiro, seja semeada em uma estufa própria para isto, uma cultura que seja atacada pelo ácaro fitófagos (presa) para obter a multiplicação dos predadores nas imediações (Ex.: feijão). O predador será transferido para os morangueiros se for constatada infestação da presa. Assim, é provável que o primeiro ataque cause dano a cultura mas, posteriormente observar-se-á o equilíbrio (KOVALESKI et al., 2006).

Neste trabalho será apresentado o modelo presa-predador de Lotka-Volterra analisando o comportamento dinâmico do modelo através de simulação computacional, baseando-se no exemplo de ácaros em uma produção de morangos a fim de conseguir estimar futuros controles na produção.

Metodologia

De um modo geral, quando tratamos de um sistema presa-predador, o processo compreende a sobrevivência de uma espécie, chamada predador, que se alimenta de outra, a presa (SANTOS, 2009). A interrelação entre duas espécies são afetadas por diversos fatores ambientais, sendo assim torna-se necessário assumir algumas hipóteses para a efetivação do modelo matemático. Neste caso, tem-se que tanto as presas quanto os predadores não são afetados por fenômenos externos e os predadores estão distribuídos uniformemente no habitat tendo a mesma chance de encontrar e consumir as presas, não havendo competição entre elas.

Então, sendo N e P a população de presas e predadores, respectivamente. Temos o modelo de Lotka-Volterra representado por um par de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem não linear, sendo,

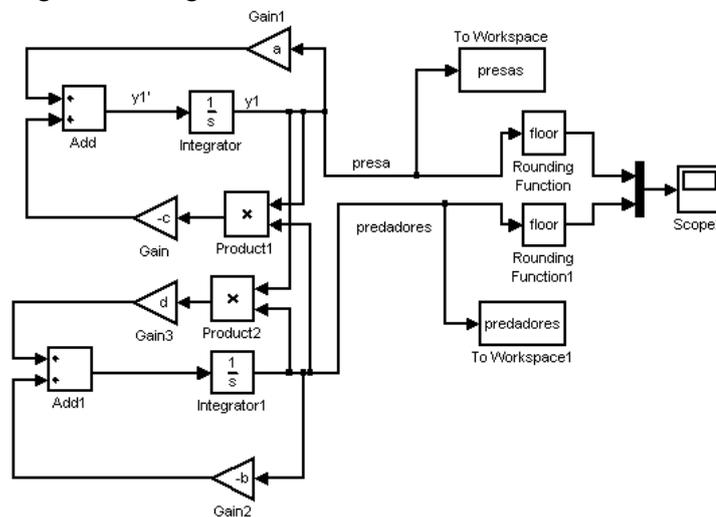
Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

onde r representa a taxa de crescimento das presas na ausência de predadores e m a taxa de mortalidade natural dos predadores, h o coeficiente de morte de presas devido aos predadores e n o coeficiente de morte de predadores devido à existência de presas.

Para a simulação utilizou-se o software Matlab, no qual teve a sua solução através do diagrama de blocos do Simulink,

Figura 01: Diagrama de blocos do modelo Lotka-Volterra



Os parâmetros utilizados para simulação foram valores aleatórios apenas para a demonstração do comportamento do modelo no tempo, porém para um diagnóstico mais fidedigno é necessário um experimento de campo. Assim sendo temos como parâmetros: i) r ; ii) m ; iii) h ; iv) n , e como condições iniciais 50 presas e 20 predadores.

Resultados e Discussão

As figura 1 e 2 mostram gráficos para o sistema de equação de Lotka-Volterra. Na primeira figura temos o gráfico relacionando as densidade de presas (ácaro fitófagos) e predadores (ácaro fitoseídeos) com o tempo. Já na segunda, temos um plano de fases com diferentes condições iniciais tendo destacado o ponto de partida.

De acordo com as figuras 1 e 2, percebe-se que há um pequeno crescimento da população de presas, seguido de um grande crescimento na população de predadores. Analogamente, um decréscimo da população de presas é seguido com certo retardo, por um decréscimo na população de predadores. Assim observa-se que há um aumento na população de presas devido à quantidade de predadores serem menor, porém com a abundância de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

alimento os predadores tendem a aumentar a sua população até o ponto que a quantidade de presas torna-se pequena para a quantidade de predadores existentes, e novamente têm-se a falta de presas como alimento, e o decréscimo da população de predadores, voltando o sistema a seu estado inicial. Esta dinâmica continuará um ciclo de crescimento e declínio contínuo.

Figura 1: Variação da densidade de ácaros em relação ao tempo, com $a=1$; $b=1$; $c=0.02$; $d=0.04$ e condições iniciais

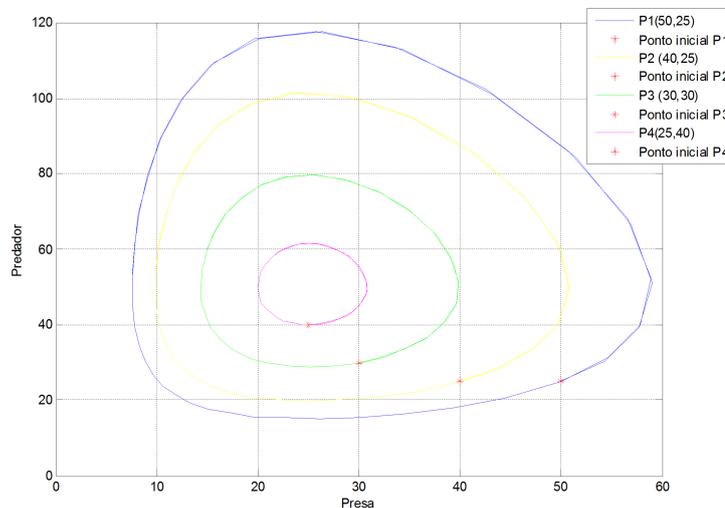


Figura 2: Plano de fase com os mesmos parâmetros, porém diferentes condições iniciais

Um aspecto importante de se observar é que aquilo que define quando a densidade de uma das populações irá aumentar ou irá diminuir é a densidade da outra população, sendo que uma depende da outra para haver um ciclo ecológico permanente.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

Através da figura 2 pode-se fazer uma análise do tempo correto de colocar um controle de crescimento do ácaro presa, ou seja, no ponto onde o ácaro predador começa a morrer por falta de presa e com isso o ácaro presa começa a se reproduzir o produtor deve dispor na cultura mais ácaros predadores, os quais ajudarão a exterminar o ácaro presa prejudicial à cultura.

Conclusões

Neste trabalho desenvolveu-se a simulação computacional do modelo Lotka-Volterra com exemplo do controle de ácaros em plantações de morango.

Percebeu-se que caso não haja condições de controle as espécies morrem e se reproduzem independentemente das condições iniciais e dos parâmetros utilizados, sendo que o fluxo deste sistema são trajetórias periódicas. Tendo a visualização de um plano de fase há possibilidade de se obter melhor domínio das pragas, intervindo no sistema no momento que lhe convém.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UNIJUI pelo apoio incondicional e o CNPq pelo apoio financeiro destinado aos estudos.

Referências

- CHEVALLARD, Y. **Estudar matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem.** Trad. Daysy Vaz de Niraes. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- FERREIRA, V.D.T. A modelagem matemática na introdução ao estudo de equações diferenciais em um curso de engenharia. **Dissertação de mestrado profissional em ensino de matemática.** Orientação do Professor Doutor Benedito Antonio da Silva. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2010.
- KOVALESKI, A.; FERLA, N. J.; BOTTON, M.; PINENT, S. M. J. Produção de morangos no sistema semo-hidropônico. **Embrapa: Sistemas de Produção**, Dez./2006.
- PEREIRA *et al.* 1998. **Segurança no emprego de entomopatógenos.** 2ª ed, p. 171-194. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- SANTOS, V. J. Simulações computacionais em sistema presa-predador. **Monografia** apresentada ao Departamento de Química e Exatas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para obtenção do título de Licenciado em Matemática com Enfoque em Informática, Jequié-BA, 2009.