

**EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL NA VITALIDADE DA ORQUIDACEA  
LAELIA PURPURATA ATRAVÉS DE MODELOS MATEMÁTICOS FUZZY**

**FERNANDO FERRARI PUTTI<sup>1</sup>, LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO<sup>1,2</sup>,  
CAMILA PIRES CREMASCO<sup>1,2</sup>, ANTÔNIO EVALDO KLAR<sup>2</sup>, PEDRO  
FERNANDO CATANEO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> FCA - UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Botucatu (Rua Doutor José Barbosa de Barros, 1780 - CEP 18610-307, Botucatu - SP)

<sup>2</sup> CET - UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã (Av. Domingos da Costa Lopes, 780 - CEP 17602-496, Tupã-SP)

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi realizar uma modelagem matemática fuzzy para determinar impactos do aquecimento global, principalmente o efeito do aumento da temperatura para a espécie da orquídea *Laelia Purpurata*, bem como verificar os estados no Brasil que apresentam condições ideais para seu cultivo. Na elaboração do modelo foi considerado como fator intrínseco na determinação da vitalidade as condições de temperatura, umidade e sombreamento. Deste modo, a partir do modelo baseado em regras fuzzy e com a entrevista realizada pelo especialista foi possível inferir as condições ideais do cultivo e determinar as melhores condições de manejo. Pode-se verificar que o aumento da temperatura prejudica a vitalidade e que o aquecimento global pode prejudicar severamente a espécie e os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, e Santa Catarina apresentaram as condições ideais de cultivo da espécie, sendo que para os demais estados as condições não são favoráveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Temperatura, manejo, sistema fuzzy, Mamdani, especialista

**EFFECTS OF GLOBAL WARMING IN THE VITALITY OF ORCHIDACEAE  
LAELIA PURPURATA THROUGH FUZZY MATHEMATICAL MODELS**

**ABSTRACT:** The aim of this study was to fuzzy mathematical modeling to determine impacts of global warming, mainly the effect of temperature increase for the species of Orchidaceae *Laelia Purpurata* and verify the states in Brazil that have ideal conditions for its cultivation. In developing the model was considered as an intrinsic factor in determining the vitality temperature, humidity and shading. Thus, from the fuzzy rule based model and the interview could be inferred by one skilled optimal cultivation conditions and determine the best handling conditions. It can be seen that the increase in temperature affect the vitality and global warming can severely impair species and the states of São Paulo, Rio Grande do Sul and Santa Catarina presented gardening ideas conditions of the species, and for the other state the conditions are not favorable.

**KEYWORDS:** Temperature, management, *fuzzy* system Mamdani, expert

**INTRODUÇÃO**

O efeitos do aquecimento global vem atenuando a falta de água, secas prolongadas, degradação do meio ambiente e extinção de espécies. Deste modo, alguns biomas estão apresentando efeitos desastrosos e irreversíveis.

Dentre destes fatos, as orquídeas são sensíveis as altas temperaturas. No Brasil existem milhares de espécie de orquídea, sendo que na região Sul e Sudeste se destaca pela presença da espécie *Laelia Purpurata*, que teve seu primeiro registro na expedição de Beuprt, Charles Gaudichaud de 1893 (SOBRINHO, 1975). A espécie destaca-se pela por ser de beleza exuberante e alto valor agregado, assim sofrendo o extrativismo de forma irregular.

As orquídeas são focos de muitos estudos, pois apresentam valor econômico alto, devido ao seu cultivo ser complexo e demandar investimento (CAI et al., 2015). Willmer (2014) a partir de estudo de campo, entrevistas com especialista e análises históricas, verificou-se que o aumento da temperatura na primavera está adiantando a época de coleta pólen pelas abelhas e enquanto as orquídeas não estão acompanhando tal mudança, assim podendo prejudicar a fecundação e deste modo prejudicar o futuro da espécie. Além deste fato, foi constatado por Robbirt et al., (2014) que o aumento da temperatura pode reduzir a distância de voo das abelhas, sendo que muitas orquídeas ficam distante entre as arvores, deste modo impedindo o polinização.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um modelo baseado em regras *fuzzy* para determinar os efeitos provocados pela oscilação de temperatura, umidade e sombreamento na vitalidade das orquídeas *Laelia Purpurata* e as possíveis capitais Brasileira que podem realizar seu cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A partir do da revisão de bibliografia realizada sobre o cultivo da espécie *Laelia Purpurata*, foi possível verificar as condições que mais afetam seu cultivo em orquidários. Os principais fatores que infere em seu cultivo são a umidade, temperatura e sombreamento, tais condições, se manejadas de forma correta resultam na vitalidade que pode proporcionar o melhor desenvolvimento da mesma. Os dados experimentais para realizar a modelagem, está descrita de acordo com Watanabe (2002).

O modelo matemático que engloba tais características pode ser descrito como sendo uma função em que  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$ , com  $y = f(\vec{x})$ , onde  $\mathbb{R}$  é o conjunto dos números reais, onde  $x_1$ = umidade,  $x_2$ = Temperatura e  $x_3$ = Shade; e  $y$  = vitalidade.

O sistema baseado em regras fuzzy foi estabelecido pelo *Fuzzy Logic Toolbox* do MATLAB® 14a (MathWorks Inc. Copyright 1984 - 2004), elaborando as superfícies e mapas de contorno do sistema baseado em regras *fuzzy*.

Após a elaboração do modelo *fuzzy* foi levantado na base do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015) os dados relativos as temperaturas médias e umidade das capitais do Brasil, afim de verificar se mesmo não sendo nativa da região haveria a possibilidade de seu cultivo e também a relação da vitalidade com a temperatura. Deste modo foi calculado a correlação de Pearson entre as variáveis e simulando diversas condições de sombreamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da entrevista realizar juntamente com o especialista foi possível levantar as combinações entre as diferentes situações de temperatura, umidade e sombreamento. Desta forma, afim de verificar como se encontra a vitalidade da orquídea *Laelia Purpurata*, foi elaborado a partir da metodologia desenvolvida Cremasco et al., (2010) e aplicada por Putti (2014), Gabriel Filho et al., (2011) e Pereira et al., (2008), em que foi possível determinar os

pontos de forma em que formassem conjuntos de pertinência semelhantes, assim não inferindo de forma desigual no resultado do modelo.

A partir do modelo desenvolvido foi possível elaborar as superfícies de reposta da vitalidade das orquídeas, assim como os mapas de contorno para verificar a real inferência da umidade, temperatura e sombreamento.

Após a elaboração do modelo baseado em regras de *fuzzy* foi possível verificar todas as combinações entre as variáveis. A Figura 6a representa a superfície de resposta do modelo *fuzzy* e a Figura 1b o mapa de contorno.

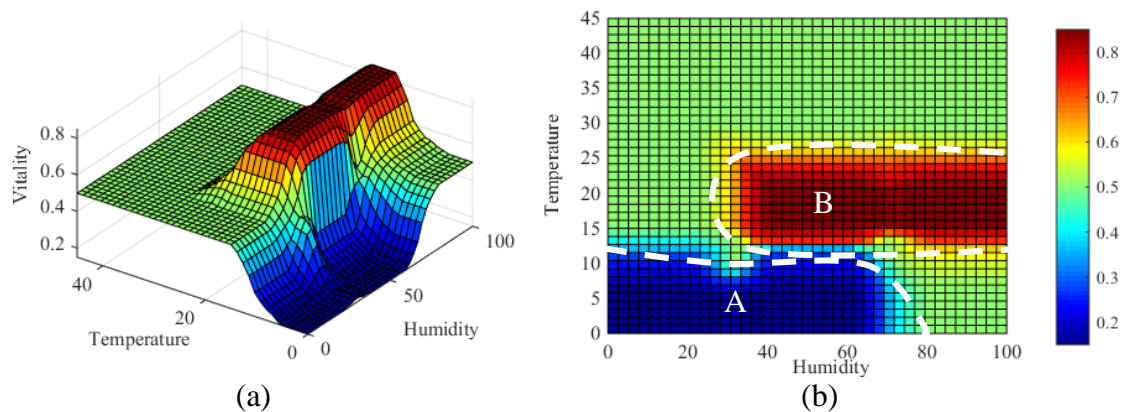


FIGURA 1. Resposta da vitalidade da Orquidacea Laelia em função da Temperatura e Umidade, (a)Superfície e (b) Mapa de contorno. **Vitality Response Orchidaceae Laelia due to the Temperature and Humidity, (a) surface and (b) Contour map.**

A partir do modelo *fuzzy*, pode-se inferir que ocorre uma relação entre a umidade e a temperatura na determinação da vitalidade da orquídea. Deve-se observar que temperatura e umidade elevadas não proporcionam uma adequada vitalidade (Figura 1a).

A Figura 1b representa o mapa de contorno, observa-se que a região A que detém uma condição não favorável na vitalidade, pois devido a baixas umidades e temperatura não proporcionada condições ideais de desenvolvimento. Porém, nota-se que a Região B caracteriza por ser uma área em que apresenta temperatura média e uma alta umidade do ar, deste modo, tornando-se uma região mais favorável ao desenvolvimento.

Bahuguna e Jagadish (2015) verificaram que as plantas possuem termosensores que podem levar a uma adaptação ao longo do tempo para condições mais quentes e com baixas umidades. Sharma et al., (2014) verificaram que a máxima produção de clorofila do trigo ocorreu com as temperaturas mais elevadas. Sendo que desfavoreceu o desenvolvimento das plantas, em que afetou diretamente o crescimento (MATHIEU et al., 2014).

## CONCLUSÕES

A partir do modelo *fuzzy*, foi possível inferir que o aumento de temperatura e falta de sombreamento adequado podem reduzir a vitalidade das orquídeas e assim prejudicar seu florescimento e consequentemente prejudicando sua venda a destinada decoração e a colecionadores.

Outro fato que pode prejudicar de forma mais severa a vitalidade é a questão do aquecimento global que de forma geral vem causando danos muito severo aos ecossistemas em toda a parte do mundo. Deste modo, o modelo *fuzzy* permite uma análise de que o aumento de temperatura pode reduzir drasticamente a vitalidade da espécie.

## REFERÊNCIAS

- BAHUGUNA, R. N.; JAGADISH, K. S. V. Temperature regulation of plant phenological development. **Environmental and Experimental Botany**, v. 111, p. 83-90, 2015.
- CAI, Jing et al. The genome sequence of the orchid *Phalaenopsis equestris*. **Nature genetics**, v. 47, n. 1, p. 65-76, jan. 2015.
- MATHIEU, Anne-Sophie et al. High temperatures limit plant growth but hasten flowering in root chicory (*Cichorium intybus*) independently of vernalisation. **Journal of plant physiology**, v. 171, n. 2, p. 109-118, 2014.
- PUTTI, F. F. et al. Fuzzy logic evaluate vitality of *Catasetum fimbriatum* species (Orchidaceae). **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 3, p. 405-413, jul./set. 2014.
- ROBBIRT, K. M. et al. Potential disruption of pollination in a sexually deceptive orchid by climatic change. **Current Biology**, v. 24, n. 23, p. 2845-2849, 2014.
- SHARMA, D. K. et al. Genotypic response of detached leaves versus intact plants for chlorophyll fluorescence parameters under high temperature stress in wheat. **Journal of plant physiology**, v. 171, n. 8, p. 576-586, 2014.
- WILLMER, P. Climate Change: Bees and Orchids Lose Touch. **Current Biology**, v. 24, n. 23, p. R1133-R1135, 2014.