

## SISTEMA BASEADO EM REGRAS FUZZY PARA AVALIAÇÃO DA ABÓBORA DE MOITA SUBMETIDO EM DIFERENTES DOSES DE SALINIDADE

Fernando Ferrari Putti<sup>1,2</sup>, Luís Roberto Almeida Gabriel Filho<sup>1,2</sup>, Antonio Evaldo Klar<sup>2</sup>,  
Rafael Ludwig<sup>2</sup>, Camila Pires Cremasco<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CET - UNESP - UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã (Av. Domingos da Costa Lopes, 780 - CEP 17602-496, Tupã-SP),

<sup>2</sup> FCA - UNESP - UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Botucatu (Rua Doutor José Barbosa de Barros, 1780 - CEP 18610-307, Botucatu - SP).

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** A baixa qualidade da água utilizada atualmente para fins de irrigação, vem apresentando altos valores de condutividade elétrica, causada por produtos químicos. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar através de modelos baseados em regras *fuzzy* o efeito da salinidade da água na cultura da abóbora de moita. A parte experimental foi conduzida em casa de vegetação na Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP. O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso, com 5 doses de salinidade (0; 1,25; 2,5; 3,75; 5 dS m<sup>-1</sup>), com 5 repetições. Na elaboração do modelo, teve com entrada as doses de salinidade e as avaliações realizadas ao longo do ciclo e as saídas as variáveis biométricas coletadas. Observou-se que a salinidade causa efeitos negativos na cultura da abóbora de moita. O modelo construído apresentou ser eficiente na avaliação utilizando sistema baseados em regras *fuzzy*.

**PALAVRAS-CHAVE:** reutilização da água, salinidade, irrigação, Lógica *Fuzzy*

## SYSTEM BASED FUZZY RULES FOR ASSESSMENT OF PUMPKIN MOITA SUBMITTED IN DIFFERENT DOSES OF SALINITY

**ABSTRACT:** The poor quality of water currently used for irrigation purposes has been presenting high values of electrical conductivity, caused by chemicals. The objective of this study was through models based on fuzzy rules the effect of water salinity in the culture pumpkin bush. The experiment was conducted in a randomized block design with 5 levels of salinity (0, 1.25, 2.5, 3.75, 5 dS m<sup>-1</sup>) with 5 replications. In developing the model, the fuzzy system has as input the levels of salinity and evaluations conducted throughout the cycle and outputs the biometric variables collected. It was observed that salinity causes negative culture pumpkin thicket effects. The constructed model showed to be efficient in using assessment system based on fuzzy rules.

**KEYWORDS:** Fuzzy logic, reuse, irrigation.

## INTRODUÇÃO

A aplicação da modelagem utilizando sistemas baseados em regras *fuzzy* está sendo amplamente utilizado na área de ciências agrárias, buscando aumentar o poder de interpretação e investigação dos resultados obtidos em campo. Neste sentido, observam-se aplicações nas áreas de eficiência energética (CREMASCO et al., 2010), sustentabilidade (AZADI et al., 2009), problemas ambientais (AHAMED et al., 2000), bem estar de galinhas de poedeiras (PEREIRA et al., 2008), entre outros.

Este tipo de modelagem constitui também uma ferramenta que pode auxiliar também produtores rurais, o que pode ser observado nos trabalhos de Gabriel Filho et al. (2011), com o desenvolvimento de um sistema fuzzy para auxílio à pecuarista na tomada de decisão no abate de

bovinos, e Brunassil et al. (2010), com um controlar fuzzy capaz de detectar estro em vacas leiteiras. Neste último, a avaliação do modelo utilizando as curvas ROC (Receiver-Operating Characteristic) retornou uma sensibilidade de 84,2%, indicando que o modelo é capaz de detectar o estro com precisão próxima do ideal.

Para determinar a estimativa em frango de corte, Nascimento et al. (2011), aplicando a modelagem *fuzzy*, obteve resultados que puderam indicar o momento de acionar os sistemas de resfriamento ou aquecimento buscando não haver prejuízo no rendimento do frango.

A utilização excessiva de água na irrigação faz com que exista um balanço entre a quantidade de água que pode ser retirado dos rios. Isso justifica a importância do gerenciamento dos recursos hídricos (Al-FARAJ et al. 2001), que foi modelado matematicamente utilizando sistemas fuzzy para solucionar o problema na Bacia do Rio Zhangweinan, China (LI LI et al., 2014).

A modelagem matemática *fuzzy* pode ser utilizada com o conhecimento adquirido de um especialista da área do fenômeno em estudo, conforme procedeu Sicat (2005) utilizando o conhecimento de agricultores da Índia para o desenvolvimento de um modelo *fuzzy* para classificação das terras agrícola com maior aptidão. Por outro lado, Valente et al. (2012) utilizaram a lógica na determinação de áreas aptas para a produção de café com base na condutividade elétrica do solo, não utilizando especialistas para a modelagem.

O objetivo deste estudo foi realizar a análise estatística para o crescimento da cultura da abobora de moita irrigado com diferentes níveis de água salina e criar um sistema baseado em regras *fuzzy* de suporte ao produtor e avaliação da sua produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural da UNESP, Faculdade Ciências Agrônomicas, Fazenda Experimental Lageado, localizada no município de Botucatu, São Paulo nas coordenadas geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste com altitude média de 786 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente são superiores a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de 945,15 mm. (CUNHA; MARTINS, 2009).

A preparação das mudas foi conduzida em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial BIOPLANT®. Foi semeado uma semente por célula no dia 14 de dezembro de 2012 e seu transplantio ocorreu no dia 27 de dezembro de 2012.

O solo utilizado apresentava seguintes características químicas: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,1; M.O.= 11 g dm<sup>-3</sup>; P (resina)= 6 mg dm<sup>-3</sup>; K= 0,60 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 22 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 26 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 29 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B=0,22 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Cu= 6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Fe = 20 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mn = 10,10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,80 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> CTC= 55 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V= 53%.

As avaliações foram realizadas após 15, 30 e 45 dias após o transplantio (DAT), em que foram avaliadas as seguintes características: Número de Folhas e Flores, Matéria Verde e Seca de Folha, Caule, Raiz, Comprimento de Raiz e Caule e Diâmetro de Caule. Essas medidas foram mensuradas em uma balança com exatidão de 0,0001g e o comprimento e diâmetro dos bulbos foi realizada com o auxílio de um paquímetro.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com 5 níveis de salinidade (0; 1,25; 2,5; 3,75; 5 dS m<sup>-1</sup>) e com 5 repetições, sendo que cada parcela foi constituída por um vaso, com capacidade de 12 L, e uma planta de abóbora de moita.

Estes níveis foram adotados, com base na literatura (AYERS; WESTCOT, 1991). A irrigação foi realizada diariamente buscando manter constante, em -10 kPa, a tensão do solo.

Para a criação de um sistema baseado em Lógica *Fuzzy*, foi necessário definir um processador de entrada (ou fuzzificador), um conjunto de regras linguísticas, um método de inferência *Fuzzy* (Mamdani) e um processador de saída (ou defuzzificador), que gera um número real como saída.

As variáveis de entrada do sistema baseado em Lógica *Fuzzy* proposto foram a “DAT” e “Salinidade”. Para a variável “DAT”, foram utilizadas 3 funções de pertinência denominadas “P1”, “P2” e “P3” conforme Quadro 1, e para variável “Salinidade”, foram definidas 5 funções de

pertinência denominada “Muito Baixa” (MB), “Baixa” (B), “Media” (M), “Alta” (A) e “Muito Alta” (MA), definidas de acordo com o Quadro 2.

**Tabela 1:** Definições das funções de pertinência da variável de entrada DAT. **Definitions of the membership functions of the input variable DAT.**

Conjunto <i>Fuzzy</i>	Tipo	Delimitadores
“P1”	Trapezoidal	[14 15 21 27]
“P2”	Trapezoidal	[21 27 33 39]
“P3”	Trapezoidal	[33 39 45 46]

**Tabela 2:** Definições das funções de pertinência da variável de entrada Salinidade. **Definitions of the membership functions of the input variable salinity.**

Conjunto <i>Fuzzy</i>	Tipo	Delimitadores
“Muito Baixa” (MB)	Trapezoidal	[-1 0 0.55 1.1]
“Baixa” (B)	Trapezoidal	[0.55 1.1 1.66 2.2]
“Media” (M)	Trapezoidal	[1.66 2.2 2.7 3.3]
“Alta” (A)	Trapezoidal	[2.7 3.3 3.8 4.4]
“Muito Alta” (MA)	Trapezoidal	[3.8 4.4 5 6]

As variáveis de saída do sistema *Fuzzy* proposto foram: comprimento, diâmetro, fitomassa verde e fitomassa seca do bulbo; gerando a resposta *fuzzy* das variáveis analisadas em função da DAT e do nível de Salinidade.

Para a obtenção da base de regras do sistema *Fuzzy*, considerou-se as 15 (5×3) combinações entre os conjuntos *Fuzzy* das variáveis de entrada, assim foram criados 15 pares da forma (Salinidade x DAT).

O método de inferência utilizado para o cálculo do valor numérico das variáveis de saída, de acordo com a Base de Regras, foi o de Mamdani.

Com o auxílio da ferramenta *Fuzzy Logic Toolbox* do software MATLAB® 7.0 foi possível criar um sistema baseado em Lógica *Fuzzy* computacionalmente, sendo também determinada uma superfície e um mapa de contorno de representação do sistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando os valores mínimo, máximo e quartis da Tabela 3, foi possível construir as funções de pertinência dos conjuntos *Fuzzy* para as variáveis de saída.

A construção de base de regras foi baseada na metodologia desenvolvida, após a identificação do maior grau de pertinência do resultado foi possível identificar qual função pertinência ele se encontra e assim elaborar o Tabela 4.

**Tabela 4:** Base de regras do sistema baseado em Lógica Fuzzy. **Rule base system based on Fuzzy Logic**

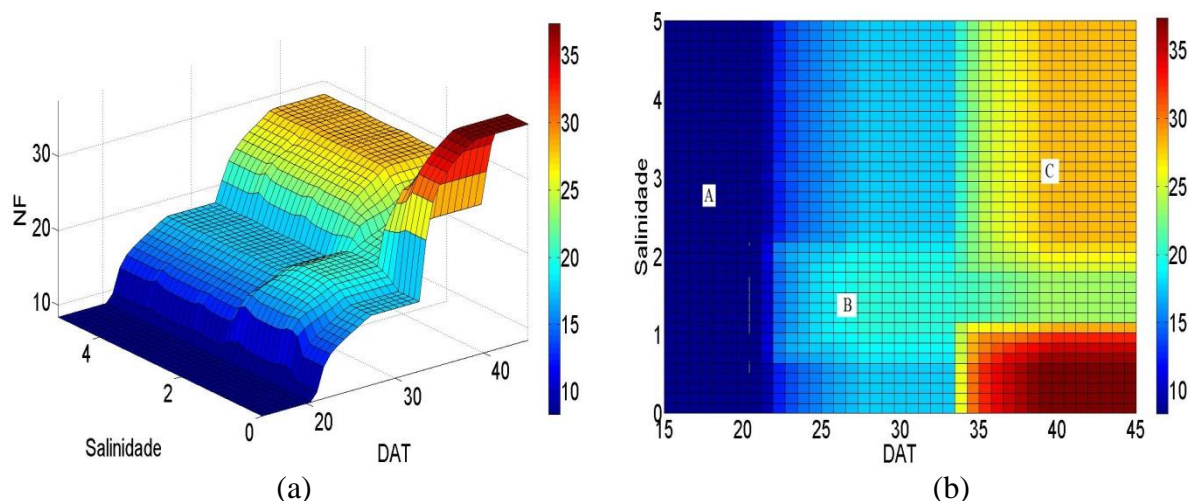
Variáveis de entrada		Variáveis de saída										
Salinidade	DAT	NF	NFLO	MFAF	MSAF	DC	CC	MFC	MSC	MFR	MFR	MSR
MB	15	C2	C4	C2	C2	C3	C7	C7	C2	C6	C6	C3
B	15	C2	C3	C2	C2	C8	C8	C8	C2	C2	C2	C2
M	15	C2	C3	C1	C1	C1	C8	C8	C1	C2	C2	C2
A	15	C2	C4	C3	C3	C2	C9	C9	C3	C3	C3	C3
MA	15	C2	C5	C3	C3	C3	C8	C8	C3	C2	C2	C2
MB	30	C5	C8	C6	C6	C4	C2	C2	C6	C8	C8	C8
B	30	C6	C9	C6	C5	C6	C1	C1	C5	C6	C6	C7

M	30	C5	C8	C8	C7	C6	C3	C3	C4	C5	C5	C5
A	30	C5	C8	C8	C7	C5	C2	C2	C5	C5	C5	C6
MA	30	C5	C7	C8	C8	C4	C2	C2	C5	C4	C4	C5
MB	45	C9	C6	C5	C6	C7	C4	C4	C7	C6	C6	C7
B	45	C7	C4	C5	C6	C7	C6	C6	C7	C7	C7	C7
M	45	C8	C2	C6	C7	C7	C4	C4	C9	C8	C8	C8
A	45	C8	C4	C8	C8	C6	C6	C6	C8	C8	C8	C9
MA	45	C8	C5	C4	C5	C5	C5	C5	C8	C6	C6	C6

A Tabela 5 representa a base de regras do sistema *Fuzzy*. Desta forma, a caráter de exemplo, as 1 primeira linha representa a relação:

- Se (a Salinidade é “Muito baixa”) e (15 DAT) então (o NF pertence ao “C2”, NFLO ao “C4”, a MFAF ao “C2”, a MSAF ao “C2”, o DC ao “C3”, o CC ao “C7”, a MFC ao “C7”, a MSC ao “C2”, a MFR ao “C6”, a MFR ao “C6” e MSR ao “C3”);

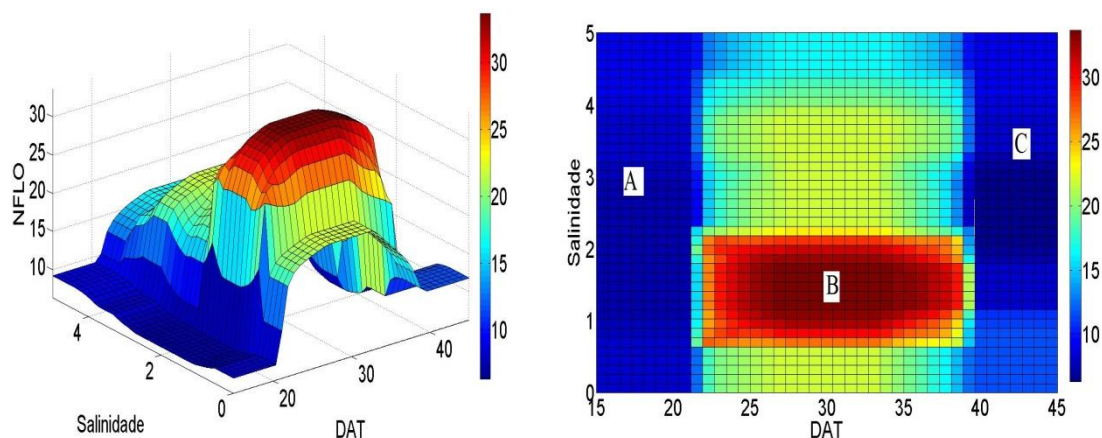
Observa-se que até aos 45 DAT houve um acréscimo no números de folhas, e fica evidenciado que a salinidade provocou a redução na variável, pois o tratamento que não recebeu salinidade apresentou o maior número de folhas (Figura 1).



**Figura 1:** (a) Número de folhas da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável número de folhas. (a) **Number of pumpkin leaves thicket depending on the salinity levels and DAT represented three-dimensionally.** (b) **contour map of the surface to the number of leaves variable.**

Ao planificar a Figura 1a obtemos o mapa de contorno (Figura 1b), em que o ponto A representa uma salinidade próxima de  $3 \text{ dS m}^{-1}$  aos 17 DAT, assim nota-se que não houve o efeito da salinidade. Já no ponto B que apresenta salinidade em torno de  $1 \text{ dS m}^{-1}$  e aos 27 DAT apresentou o maior acúmulo de folhas. E no ponto C, que representa a salinidade próxima de  $3 \text{ dS m}^{-1}$  e aos 40 DAT apresentou um baixo número de folhas quando comparado com o tratamento próximo de  $0 \text{ dS m}^{-1}$ , assim demonstrando que a salinidade prejudicou o desenvolvimento no números de folhas.

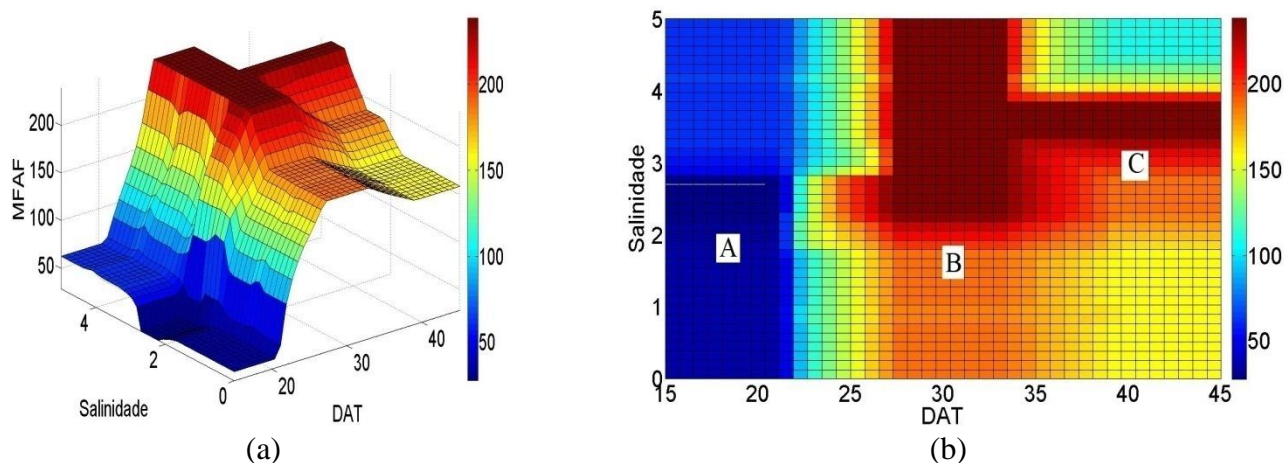
Observa-se que os maiores números de flores são alcançados próximo aos 30 DAT e nos níveis de salinidade próximo ao  $1 \text{ dS m}^{-1}$ , e após esta DAT nota-se o efeito da senescência, em que a planta já entra na fase final de produção (Figura 2).



**Figura 2:** (a) Número de flores da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável número de flores. **(a) Number of flowers pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally. (b) contour map of the surface for the variable number of flowers.**

O ponto A não apresenta diferenças quando comparados com níveis de salinidade diferente, aos 18 DAT. Já para o ponto B nota-se que houve o maior número de flores quando comparado com outros níveis de salinidade. E o ponto C que está próximo ao nível de salinidade 4 dS m<sup>-1</sup> e aos 42 DAT não apresenta grandes diferenças quando comparado com outros níveis de salinidade.

Pode-se observar que a máxima massa acumulada de matéria verde ocorreu próximo aos 30 DAT, após entrando em processo de senescência (Figura 3).



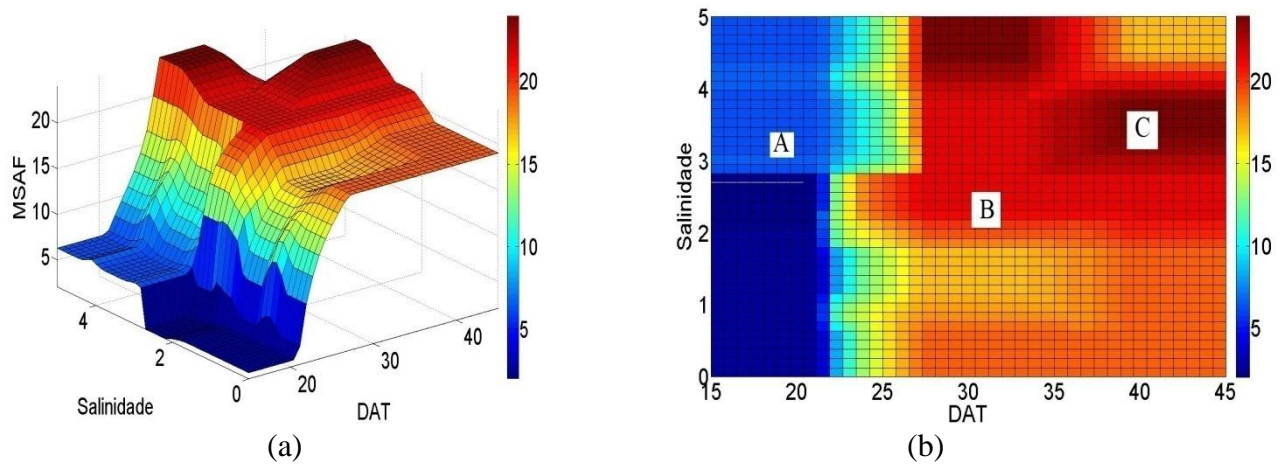
**Figura 3:** (a) Matéria Fresca da Aérea Foliar da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Matéria Fresca da Aérea Foliar. **(a) Raw Fresh Air Leaf Pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally. (b) contour map of the surface for the variable Matter Fresh Air Leaf.**

No ponto A da Figura 3b nota-se que ainda não apresentam grandes diferenças no valor de matéria verde, pois até próximo aos 20 DATs não houve perdas no acúmulo de matéria verde devido a salinidade.

Porém no ponto B já é verificado que ocorre o efeito da salinidade no acúmulo de massa de matéria seca, assim até próximo aos 2 dS m<sup>-1</sup> observa-se o menor valor.

No ponto C verifica-se que o efeito da senescência já é encontrado em que ocorre a diminuição no valor de massa de matéria verde, porém próximo a salinidade de 3,5 a 4 dS m<sup>-1</sup> o efeito da senescência não foi verificado.

A massa de matéria seca da parte aérea não apresentou fortes influência do efeito da salinidade. Porém há um maior acúmulo próximo aos 20 DATs, e após não é verificado a diminuição da massa, e mesmo com a salinidade não foi verificado efeitos significativos na redução (Figura 4).



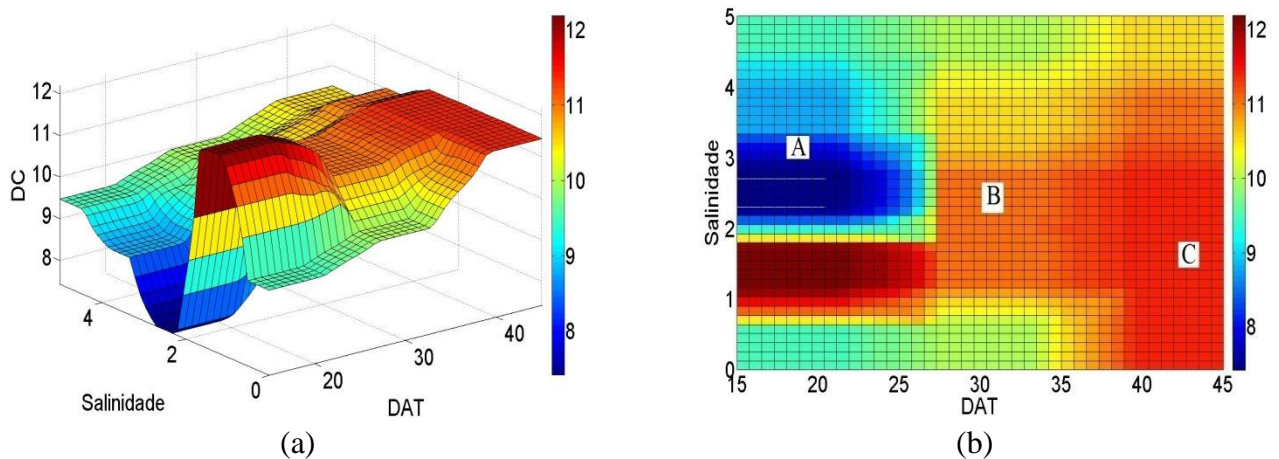
**Figura 4:** (a) Matéria Seca da Aérea Foliar da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Matéria Seca da Aérea Foliar. (a) **Dry Matter Air Leaf Pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally.** (b) **contour map of the surface for the variable Air Leaf Dry Matter.**

A Figura 4a representa o acúmulo de matéria seca da área foliar para a cultura da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e ao longo do ciclo, assim representando o comportamento da cultura para o acúmulo do matéria seca.

No ponto A da Figura 4b observamos que a partir dos 3  $\text{dS m}^{-1}$  ocorre maior acúmulo quando comparado com os outros níveis de salinidade próximo aos 15 DATs. Porém no ponto B, se encontrada próximo aos 2,5  $\text{dS m}^{-1}$  e aos 30 DATs, verifica-se que ocorre o maior acúmulo de matéria seca da área foliar.

E o ponto C que se encontra próximo aos 40 DATs e 3,5  $\text{dS m}^{-1}$  é observado o maior acúmulo de matéria seca da área foliar. Assim, o efeito da salinidade não apresenta diferenças entre os níveis de salinidade para a matéria seca da área foliar.

O diâmetro de caule apresento um incremento ao longo do ciclo. Nota-se que nos níveis de salinidade mais alto foi verificado uma redução, devido ao acúmulo de sais próximo a superfície. Assim afetando diretamente o incremento ao longo do ciclo, e também uma redução quando comparado aos que receberem menores níveis de salinidade (Figura 5).

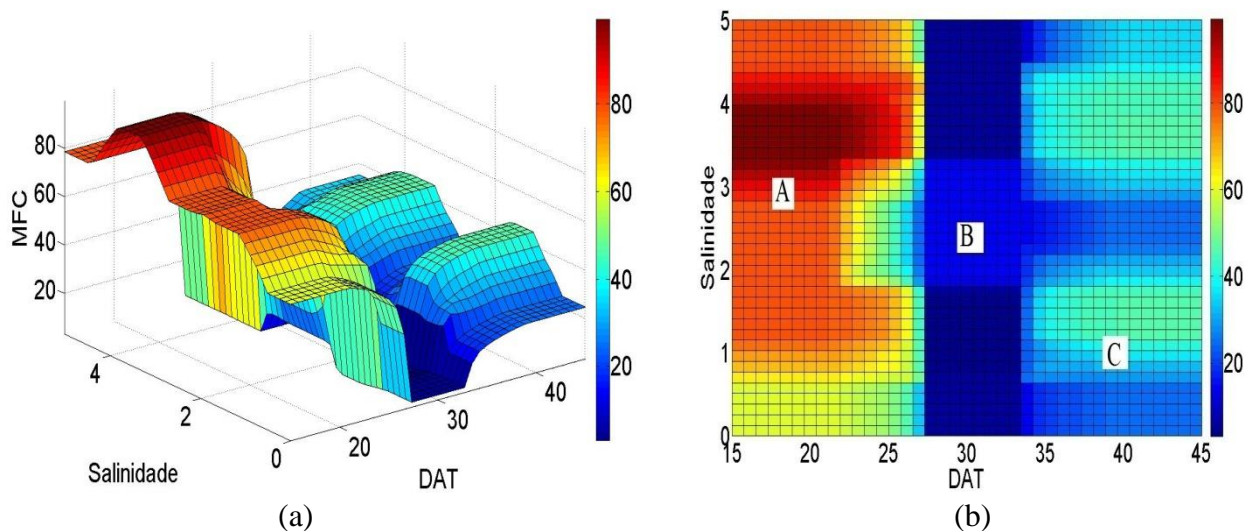


**Figura 5:** (a) Diâmetro de caule da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Diâmetro de Caule. **(a) Diameter of the stem of the pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally. (b) contour map of the surface for the variable Diameter Stem.**

O ponto A da Figura 5b que se encontra próximo ao nível de salinidade de 3,5 dS m<sup>-1</sup> e dos 20 DATs foi verificado que o efeito da salinidade ocasionou redução no diâmetro do caule. Na região do ponto B que se encontra próximo a salinidade de 2,5 dS m<sup>-1</sup> e 30 DATs foi verificado o menor efeito causado pela salinidade, sendo que nos níveis mais altos foi observado que houve o menor desenvolvimento do caule.

A região do C que se encontra próximo de 1,5 dS m<sup>-1</sup> e 43 DATs apresentou o menor efeito da salinidade, sendo que nos níveis mais alto o efeito foi severo e causando a redução do diâmetro.

A massa fresca do caule, sofreu um decréscimo ao longo do ciclo. Porém nos níveis de maiores salinidade, no início do ciclo apresentaram as maiores massas. Porém devido as concentrações mais elevadas apresentaram efeito negativo mais severo ao longo do ciclo, conforme ilustra Figura 6.



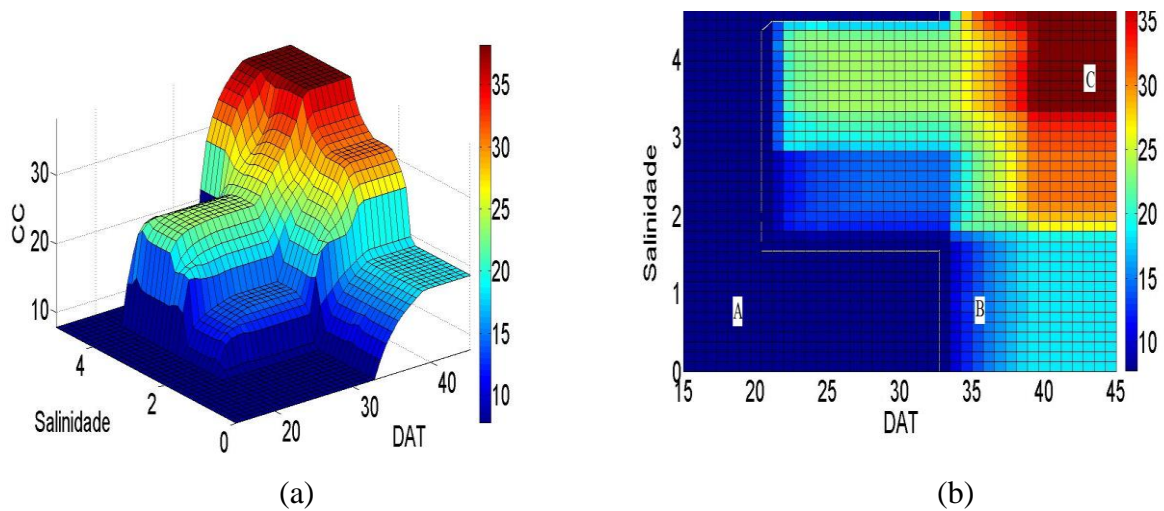
**Figura 6:** (a) Matéria Fresca do Caule da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Matéria Fresca do Caule. **a) Raw Fresh Stem of Pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally. (b) contour map of the surface for the variable Matter of Cold Stem.**

Na Figura 6b observa-se que a região do ponto A encontra-se próximo ao nível de salinidade de 3 dS m<sup>-1</sup> e 18 DATs, em que as regiões com a salinidade maiores apresentaram as maiores massas de matéria fresca do caule.

E no ponto B nota-se que devido a salinidade acumulada ocorre a diminuição da matéria fresca, este fato é oriundo do processo osmótico que ocorre entre planta e solo, em que ocorre a perde de água do meio menos concentrado (planta), para o mais concentrado (solo).

Já na região do ponto C verifica-se que o nível de salinidade de 1,5 dS m<sup>-1</sup> e aos 40 DATs, apresenta pequeno aumento quando comparado as outras DATs. Porém quando comparada com outros níveis apresenta as maiores massa de matéria fresca de caule.

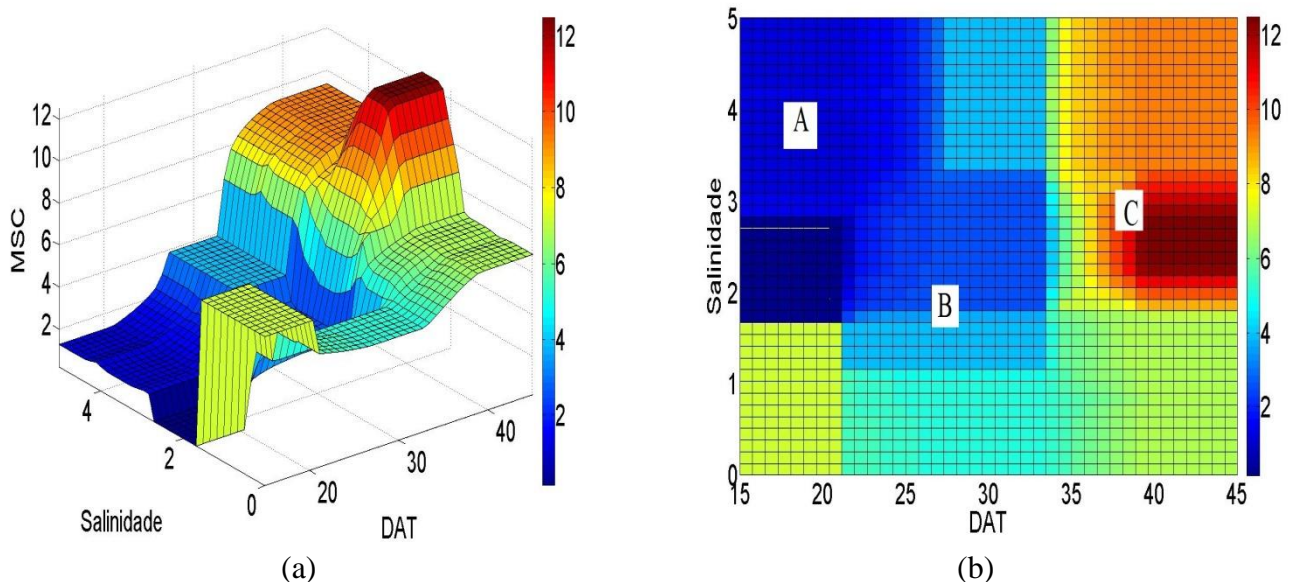
O comprimento de caule para o menores níveis de salinidade sofreram uma redução em seu comprimento. Os maiores níveis não sofreram efeitos negativos provocado pela salinidade, conforme ilustra a Figura 7.



**Figura 7:** (a) Comprimento de Caule da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Comprimento de Caule. (a) **Length of Stem Pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally.** (b) **contour map of the surface for the variable length Stem**

Na Figura 7b o A, que se encontra próximo a salinidade 1 dS m<sup>-1</sup> e aos 20 DATs, foi a região que apresentou o maior desenvolvimento do comprimento de caule, sendo que não diferiu significativamente dos demais níveis de salinidade. No ponto B, nota-se que é uma região que a salinidade apresentou maior efeito, em que a partir desta DAT não apresentou diferenças, como observado no C. Nessa região mesmo com a salinidade sendo mais severa, foi verificado o melhor desenvolvimento para o comprimento de caule.

Na avaliação da matéria seca do caule, verifica-se que nos níveis mais elevados de salinidade apresentou efeito negativo no desenvolvimento. Porém os resultados mais satisfatório ocorreu nos níveis intermediários, conforme ilustra a Figura 8.

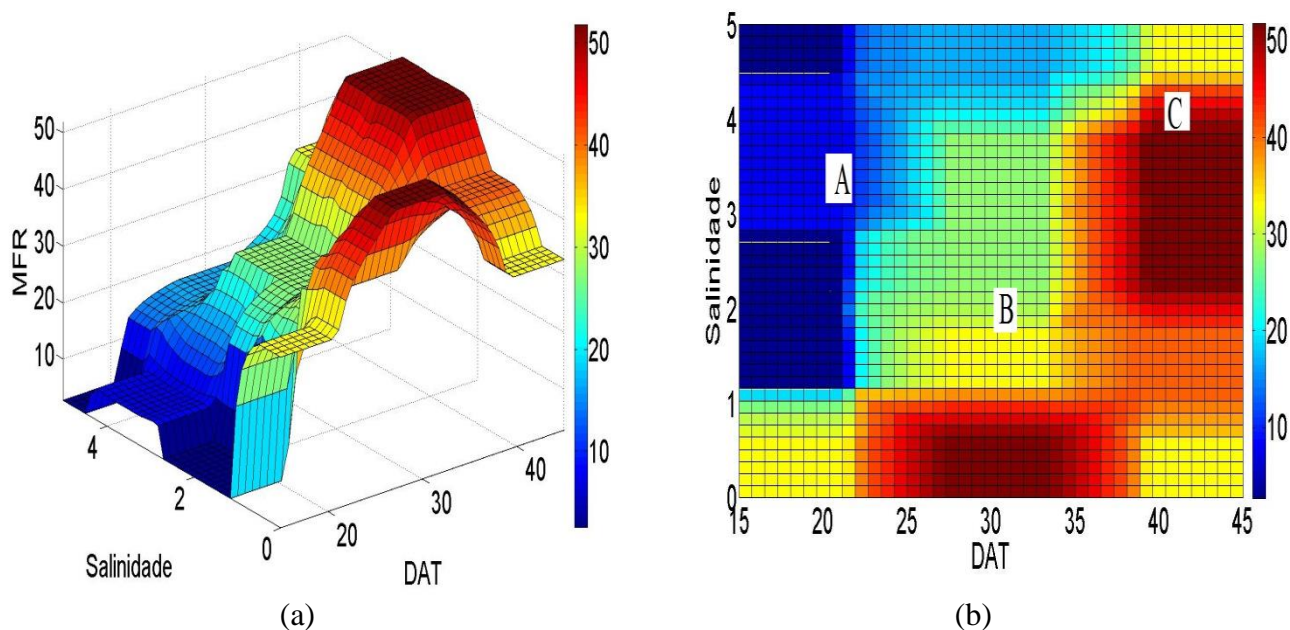


**Figura 9:** (a) Matéria Seca do Caule da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Matéria Seca do Caule. (a) **Dry Matter of Stem Pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally.** (b) **contour map of the surface for the variable of Stem Dry Matter.**

O desenvolvimento pode ser observado tridimensionalmente na Figura 9a. Na região do ponto A da Figura 9b que apresenta salinidade próximo a 4 dS m<sup>-1</sup> e aos 19 DATs, os níveis de salinidade mais altos apresentaram o menor acúmulo de matéria seca do caule quando comparado



com os outros níveis. Já na região do ponto B que se encontra próximo a salinidade de 2 dS m<sup>-1</sup> e aos 28 DATs que ocorre o aumento da massa de matéria seca. E na região do ponto C próximo a salinidade de 3 dS m<sup>-1</sup> e aos 40 DATs ocorreu o maior acúmulo quando comparado aos outros níveis de salinidade.



**Figura 10:** (a) Matéria Fresca de Raiz da abóbora de moita em função dos níveis de salinidade e DAT representados tridimensionalmente. (b) Mapa de contorno da superfície para a variável Matéria Fresca de Raiz. (A) **Raw Fresh Root Pumpkin clump as a function of salinity levels and DAT represented three-dimensionally.** (b) **contour map of the surface for the variable Matter Fresh Root.**

O desenvolvimento da cultura pode ser observada em forma tridimensionalmente pela Figura 10a. Na região do ponto A da Figura 10b que se encontrada no nível de 3,5 dS m<sup>-1</sup> e aos 20 DATs, foi a região que apresentou menor acúmulo de matéria fresca, e próximo aos tratamentos que não foram irrigado com água salina, foi verificado os maiores acúmulo. Na região do ponto B, que se encontra próximo ao 2 dS m<sup>-1</sup> e 30 DATs encontra em situação intermediária, pois os tratamentos que não receberam água salina não foi verificado o efeito negativo, porém os que receberam os maiores níveis apresentou redução na massa de matéria fresca da raiz. Na região do ponto C que se encontra próximo aos 4 dS m<sup>-1</sup> e 43 DATs foi verificado o maior acúmulo de matéria fresca de raiz, quando comparado com outros níveis.

## CONCLUSÕES

As conclusões estatísticas nos demonstram que a cultura da abobrinha apresenta ser sensível a tolerância à irrigação salina, sendo que a produção de fitomassa verde que é de suma importância na cultura foi afetada significativamente.

O presente trabalho estabelece um método computacional capaz de interpretar o a avaliação da cultura da abobrinha ao longo do ciclo em relação aos níveis de salinidade adotado, assim tal método é capaz de representar os efeitos de diferentes doses de salinidade.

## REFERÊNCIAS

Al-FARAJ, A.; MEYER, G. E.; Horst, G. L. A crop water stress index for tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) irrigation decision-making — a Fuzzy logic method, *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 32, n. 2, p. 69-84, Ago. 2001.

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande:UFPB. 1991, 218p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- AZADI, H.; BERG, J.V.D.; SHAHVALI M., HOSSEININIA, G. Sustainable rangeland management using fuzzy logic: A case study in Southwest Iran. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. v. 131, n. 3–4, p. 193-200. jun. 2009.
- BRUNASSI, L. A.; MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A.; VALE, M. M.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A. O.; CARVALHO, T. M. R.; BUENO, L. G. F. Improving detection of dairy cow estrus using fuzzy logic. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, v.67, n.5, p.. 503-509 2010.
- CREMASCO, C. P.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; CATANEO, A. Metodologia de determinação de funções de pertinência de controladores fuzzy para a avaliação energética de empresas de avicultura de postura. *Revista Energia na Agricultura, Botucatu*, v. 25, n. 1, p.21-39, 2010.
- GABRIEL FILHO, L. R. A.; CREMASCO, C. P.; PUTTI, F. F.; CHACUR, M. G. M. Application of fuzzy logic for the evaluation of livestock slaughtering. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal , v. 31, n. 4, 2011.
- LI, Y. P.; LIU, J.; HUANG, G. H. A hybrid fuzzy-stochastic programming method for water trading within an agricultural system. *Agricultural Systems*, v. 123, p.71-83, Jan. 2014.
- NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NAAS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. *Eng. Agríc.*, vol.31, n.2 p. 219-229 2011.
- NISAR AHAMED, T.R.; GOPAL RAO, K.; MURTHY, J. S. R. Fuzzy class membership approach to soil erosion modelling, *Agricultural Systems*, Volume 63, Issue 2, February 2000, Pages 97-110
- PEREIRA, D. F.; BIGHI, C. A.; GABRIEL FILHO, L. R. A; CREMASCO, C. P. C. Sistema fuzzy para estimativa do bem-estar de matrizes pesadas. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal , v. 28, n. 4, Dec. 2008.
- SICAT, R. S.; CARRANZA, E.J.M.; NIDUMOLU, U. B. Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification., *Agricultural Systems*, v. 83, n. 1, p.49-75 Jan 2005.
- VALENTE, D. S. M.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T.; SANTOS, F. L. Definition of management zones in coffee production fields based on apparent soil electrical conductivity. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba, v. 69, n. 3, June 2012 .