RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 07/10/2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

GOLBERY RUDOLF OLIVEIRA RODRIGUEIRO

MODELAGEM *NEURO-FUZZY:* UTILIZAÇÃO DA BAGANA DE CARNAÚBA PARA OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO COENTRO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Botucatu

2019

GOLBERY RUDOLF OLIVEIRA RODRIGUEIRO

MODELAGEM NEURO-*FUZZY*: UTILIZAÇÃO DA BAGANA DE CARNAÚBA PARA OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO COENTRO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho
Coorientador Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva

Botucatu

2019

R696m

Rodrigueiro, Golbery Rudolf Oliveira

Modelagem neuro-fuzzy: utilização da bagana de carnaúba para otimização da irrigação na cultura do coentro no semiárido Brasileiro / Golbery Rudolf Oliveira Rodrigueiro. -- Botucatu, 2019

63 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Luíz Roberto Almeida Gabriel Filho

Coorientador: Alexsandro Oliveira da Silva

1. Agronomia. 2. Eficiência do uso da água. 3. Regiões áridas. 4. Conjuntos difusos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **"MODELAGEM NEURO-FUZZY PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DA COBERTURA DA BAGANA DE CARNAÚBA E DA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DO COENTRO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO"**

AUTOR: GOLBERY RUDOLF OLIVEIRA RODRIGUEIRO
ORIENTADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO
COORIENTADOR: ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO
Coordenadoria do Curso de Administração / Faculdade de Ciências e Engenharia - UNESP - Tupã

Prof. Dr. SERGIO AUGUSTO RODRIGUES
Bioprocessos e Biotecnologia / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Daniel Viais Neto

Prof. Dr. DANIEL DOS SANTOS VIAIS NETO
Coordenadoria do Curso de Tecnologia em Agronegócio / Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente

Botucatu, 07 de outubro de 2019.

AGRADECIMENTOS

A Nossa Senhora, por sempre iluminar meus caminhos.

A minha mulher Josiane Turato da Silva Rodrigueiro, por ter me dado todo apoio e incentivo ao longo dessa jornada.

Aos meus pais, que são o pilar de toda minha vida, por me dar educação necessária para me tornar o que sou hoje.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Roberto Gabriel Filho, (Beto), por todo apoio e orientação desde o início, e por abrir as portas da Pós-Graduação.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Alexandro Oliveira da Silva, por toda ajuda na pesquisa, da qual foi fundamental em mais esse degrau de minha jornada.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnologia, pela concessão da bolsa.

Não acontece nada a ninguém que sua natureza não permita aguentar.

Maximus Decimos Meridius – O Gladiador

RESUMO

A utilização de cobertura vegetal morta no solo para diminuição da evapotranspiração, temperatura e quantidade aplicada em lâminas de irrigação é motivo de estudos e uma prática extensivamente recomendada, em particular em regiões semiáridas, contribuindo para a melhoria do desempenho das culturas e aumento na retenção de umidade do solo. Neste sentido, a redução do consumo de água pelas culturas, sem que estas tenham reduções em suas produções motivou este estudo, que avaliou o uso da bagana de carnaúba como opção de cobertura vegetal para a diminuição da evapotranspiração cultura do coentro (*Coriandrum sativum L*.). O experimento foi conduzido em uma área pertencente ao Prece (Programa de Educação em Células Cooperativas) localizada na comunidade do Cipó, no município de Pentecoste, Estado do Ceará, o delineamento realizado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas sendo sua composição de quatro blocos, com cinco tratamentos primários e cinco tratamentos secundários, dispostos em subparcelas submetida a diferentes lâminas de irrigação (50%; 75%; 100%; 125% e 150%) baseado na evapotranspiração da cultura (ETc) e diferentes quantidades de cobertura morta usando a bagana de carnaúba. O experimento ocorreu em dois ciclos. Para avaliação à produtividade da cultura do coentro, foram desenvolvidos modelos matemáticos com o sistema de inferência adaptativo neuro-fuzzy (ANFIS), considerando duas variáveis de entrada (Lâminas de irrigação e Níveis de cobertura) e oito variáveis de saída (massa seca da parte aérea; massa seca da raiz; número de folhas; altura da planta) implementados no software MatLab no laboratório de Matemática Aplicada e computacional (LabMAC) pertencente a Faculdade de Ciências e Engenharia da UNESP (Campus Tupã). No primeiro ciclo os melhores resultados ocorreram próximos de 55% da lamina de irrigação aliado a uma faixa de 40% a 50% de níveis de cobertura morta, já no segundo ciclo, a consumo hídrico apresenta resultados mais satisfatórios variando de 50% a 80% das lâminas utilizadas, observa-se que a cobertura morta proporciona ganho produtivo para a maioria nas características agronômicas avaliadas para cultura do coentro orgânico, sendo de extrema importância essa técnica.

Palavras-chave: Neuro-*Fuzzy*. Bagana de Carnaúba. Lâminas de irrigação.

ABSTRACT

The use of mulch in the soil to decrease evapotranspiration, temperature, and quantity applied to irrigation depths is the subject of studies and an extensively recommended practice, particularly in semi-arid regions, contributing to the improvement of crop performance and increased retention of soil moisture. In this sense, the reduction of water consumption by crops, without these having reductions in their production, motivated this study, which evaluated the use of carnauba bagana as an option for vegetation cover to reduce the evapotranspiration of coriander (*Coriandrum sativum L.*). The experiment was carried out in an area belonging to CCEP (Cooperative Cell Education Program) located in the Cipó community, in the municipality of Pentecoste, State of Ceará. , with five primary treatments and five secondary treatments, arranged in subplots submitted to different irrigation depths (50%; 75%; 100%; 125% and 150%) based on crop evapotranspiration (ETc) and different amounts of mulch using the carnauba bagana. The experiment took place in two cycles. To evaluate the productivity of the coriander culture, mathematical models were developed with the adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS), considering two input variables (irrigation blades and cover levels) and eight output variables (dry mass of the part aerial; dry root mass; number of leaves; plant height) implemented in MatLab software in the Applied and Computational Mathematics Laboratory (LabMAC) belonging to the UNESP Faculty of Science and Engineering (Campus Tupã). In the first cycle, the best results occurred close to 55% of the irrigation blade combined with a range of 40% to 50% of mulch levels, in the second cycle, water consumption shows more satisfactory results ranging from 50% to 80% of the blades used, it is observed that mulch provides productive gain for most in the agronomic characteristics evaluated for the culture of organic coriander, this technique being extremely important.

Keywords: Neuro-*Fuzzy*. Carnauba straw. Irrigation levels.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atributos físicos do solo da área do experimento. 23
Tabela 2: Atributos químicos do solo da área do experimento. 24
Tabela 3: Coeficiente da Cultura do Coentro (*Coriandrum sativum*). 27
Tabela 4: Definição de funções de pertinência das variáveis de entrada. 31
Tabela 5: Limites inferior e superior das variáveis de entrada e saída para ambos os ciclos. 36
Tabela 6: Regras do sistema neuro-*fuzzy* da forma $y = px1 + qx2 + r$ para as variáveis de saída 1, 2 e 3, com $x1$ e $x2$ sendo as variáveis de entrada 1 e 2, para o ciclo 1 37
Tabela 7: Regras do sistema neuro-*fuzzy* da forma $y = px1 + qx2 + r$ para as variáveis de saída 4, 5 e 6, com $x1$ e $x2$ sendo as variáveis de entrada 1 e 2, para o ciclo 1 38
Tabela 8: Regras do sistema neuro-*fuzzy* da forma $y = px1 + qx2 + r$ para as variáveis de saída 7, 8 e 9, com $x1$ e $x2$ sendo as variáveis de entrada 1 e 2, para o ciclo 1 39
Tabela 9: Regras do sistema neuro-*fuzzy* da forma $y = px1 + qx2 + r$ para as variáveis de saída 1, 2 e 3, com $x1$ e $x2$ sendo as variáveis de entrada 1 e 2, para o ciclo 2 40
Tabela 10: Regras do sistema neuro-*fuzzy* da forma $y = px1 + qx2 + r$ para as variáveis de saída 4, 5 e 6, com $x1$ e $x2$ sendo as variáveis de entrada 1 e 2, para o ciclo 2 41
Tabela 11: Regras do sistema neuro-*fuzzy* da forma $y = px1 + qx2 + r$ para as variáveis de saída 7, 8 e 9, com $x1$ e $x2$ sendo as variáveis de entrada 1 e 2, para o ciclo 2 42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Detalhe da fita gotejadora nas entrelinhas da cultura do Coentro. 25
Figura 2: Detalhe da disposição da bagana de Carnaúba sobre o solo como cobertura vegetal morta. 25
Figura 3 - Croqui experimental da cultura do Coentro demonstrando os blocos de cada parcela e as subparcelas dentro de cada bloco. 26
Figura 4: Foto dos canteiros da cultura Coentro com ênfase nas linhas já previamente delimitadas. 26
Figura 5: Sistema *fuzzy* com grandezas de entradas e saídas..... 30
Figura 6: Função de pertinência Gaussianas das variáveis de entrada de lâminas de irrigação para cultura do Coentro 31
Figura 7- Função de pertinência Gaussianas das variáveis de entrada de níveis de cobertura para cultura do Coentro. 31
Figura 8: Arquitetura típica de um modelo *ANFIS* (BENINI, 2007). 33
Figura 9: Gráficos de Produtividade da cultura do Coentro avaliando as interações de Níveis de Cobertura Vegetal Morta X Lâminas de Irrigação X Produtividade (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2)..... 43
Figura 10: Gráficos da cultura do Coentro avaliando as interações de Massa Seca Parte Aérea X Níveis de Cobertura X Lâmina de Irrigação (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2). 45
Figura 11: Gráficos tridimensionais dos dados de correlação de Massa Seca Radicular X Lâminas de Irrigação X Níveis de Cobertura Vegetal (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2)..... 46
Figura 12: Gráficos avaliando os resultados entre Altura (cm) X Lâminas de Irrigação X Níveis de Cobertura Vegetal Morta (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2)..... 47
Figura 13: Gráficos de interação dos dados de Massa fresca da parte Aérea X Lâminas de Irrigação Níveis de Cobertura Morta (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2)..... 48
Figura 14: Gráficos tridimensionais dos resultados de Número de Raiz X Níveis de Cobertura Vegetal Morta X Lâminas de Irrigação para a cultura do Coentro (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2)..... 49
Figura 15: Gráficos dos resultados avaliados entre Cumprimento de Raiz X Lâminas de Irrigação X Níveis de Cobertura Vegetal Morta para Cultura do Coentro (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2)..... 50

Figura 16: Gráficos dos resultados avaliados da Cultura do Coentro para os Níveis de Cobertura Vegetal X Lâminas de Irrigação X Massa Fresca Radicular (A- Ciclo 1) e (B - Ciclo 2) 51
Figura 17: Mapas de contorno das variáveis referentes ao Ciclo 1. 53
Figura 18: Mapas de contorno das variáveis referentes ao Ciclo 2. 54
Figura 19: Dendograma da variáveis do ciclo 1 da cultura do coentro com diferentes níveis de cobertura vegetal morta X Lâmina de irrigação 55
Figura 20: Dendograma das variáveis do ciclo 2 da cultura do coentro com diferentes níveis de cobertura vegetal morta X Lâmina de irrigação. 56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19
2 OBJETIVOS 22
2.1 Objetivo geral 22
2.2 Objetivos Específicos: 22
3 MATERIAL E MÉTODOS 23
3.1 Local do experimento 23
3.2 Delineamento e implantação experimental 24
3.3 Características avaliadas 28
3.4 Métodos de modelagem matemática 28
3.5 Sistema ANFIS 32
4 RESULTADO E DISCUSSÃO 36
4.1 Resultados paramétricos do modelo neuro-*fuzzy* 36
4.2 Análise individual dos componentes produtivos da cultura do coentro 43
4.3 Análise conjunta das multivariaveis produtivas da cultura do Coentro 52
4.4 Análise através de dendograma das variáveis da cultura do Coentro .. 55
5 CONCLUSÃO 57
REFERÊNCIAS 59

1 INTRODUÇÃO

A utilização de cobertura vegetal morta no solo tem favorecido diversos fatores como: diminuição da evapotranspiração, temperatura e quantidade aplicada em lâminas de irrigação nas culturas implantadas com essa técnica, seu uso é uma prática extensivamente recomendada, em particular em regiões semiáridas, contribuindo para a melhoria do desempenho das culturas e aumento na retenção de umidade do solo (SOUZA et al., 2011).

Tais coberturas podem ser de materiais sintéticos ou orgânicos, que proporciona alguns benefícios para a agricultura, sendo eles uma maior proteção contra erosão, menor amplitude térmica, aumento da atividade microbiana, além da maior conservação de água e nutrientes (SAMPAIO; ARAUJO, 2001). Além da diminuição da evaporação, Silva et al. (2006) e Lyra et al. (2010), corroboram afirmando que, devido à deposição de materiais na cobertura do solo, principalmente na fase inicial da cultura, essa camada vegetal morta pode apresentar desvantagens, como impedir e até mesmo armazenar parte da água precipitada pela chuva ou irrigação, sendo posteriormente perdida por evaporação e não aproveitada pela cultura. Já Teófilo et.al. (2012), ressalta que a utilização dessas coberturas mortas mantem o solo mais úmido, menos aquecido, e reduz os efeitos das perdas hídricas por evapotranspiração, reduzindo assim os efeitos do déficit hídrico sob as cultura por ela utilizada, somado a essa adição de material orgânico ao solo, a mesma também atua contribuir para nutrição da planta conforme sua degradação natural.

A carnaubeira (*Copernicia prunifera*), é uma palmeira nativa do nordeste brasileiro que pode ser encontrada em todos os estados Brasileiros (JETTER & KUNST, 2008), seu principal produto é a cera de carnaúba cuja Brasil é o único país do mundo que produz e exporta esse produto, considerando a principal atividade econômica na exploração dessa palmeira (CARVALHO & GOMES, 2008; SOUZA, 2014).

Após a extração da cera, a carnaúba produz resíduos proveniente de suas folhas cuja matéria orgânica apresenta grande importância econômica, sendo um deles o uso como fertilizante orgânico, enriquecedor de substrato cuja função é de estruturar o solo proporcionando umidade as raízes, prolongando o tempo de disponibilidade hídrica, tendo-se conseguido sucesso no seu uso no favorecimento

de espécies da Caatinga (FERNANDES, 2012, GONÇALVES et al., 2012), fazendo com que se torne uma ótima utilização de camada vegetal morta.

O coentro (*Coriandrum sativum L.*), é uma hortaliça de amplo consumo e importância socioeconômica, tem ciclo curto (30 a 40 dias), garantindo retorno rápido do investimento, proporcionado um aumento de renda as famílias além de possibilitar a agricultura familiar. Desta forma, o coentro é considerado uma espécie de alcance social amplo, teve seu cultivo maximizado no território brasileiro, destacando as regiões Norte e Nordeste do Brasil. (LIRA et al., 2015). Seu cultivo é dado principalmente por agricultores familiares e médios agricultores das regiões Norte e Nordeste. O principal destino de sua produção é a massa verde para uso como especiarias (MACIEL et al., 2012).

Citando alguns interesses da cultura, Tavares (2016), relata que há grande benefício de suas propriedades em diversas esferas, tanto de massa vegetal, quanto dos frutos (sementes), desde a culinária até a composição de ácidos característicos na produção de combustíveis automotores, com isso eleva o seu potencial na indústria e no comércio. Zhang et al. (2014) complementa que o coentro tem sido muito aplicada na medicina tradicional, favorecendo para o tratamento de diversos distúrbios, como os gastrointestinais, ansiedade, perda de apetite, reumatismo, entre outras.

Ao se trabalha com a lógica clássica, obtêm-se o entendimento que há elementos pertencentes e não pertencentes aquele determinado conjunto, assim sendo, existe apenas o sim e o não (0 e 1), não podendo trabalhar com incertezas, oque na área agraria não se aplica, ao utilizarmos as técnicas da lógica *fuzzy*, ela permite uma flexibilidade nos intervalos de conjuntos aprimorando as soluções. (SILVA et al., 2013).

A fim de aprimoramos os modelos agrícolas, Nassif (2010) relata que esses dados são formados por um conjunto de algoritmos ordenados, que descreve processos físicos e fisiológicos, utilizado para determinar o crescimento, desenvolvimento e produção de uma cultura e ajudar na interpretação de dados experimentais, oferecendo possíveis resultados.

A modelagem dos dados experimentais com sistemas neuro-*fuzzy* permite uma rede neural e com método de inferência de Takagi-Sugeno, onde são criadas respostas superfícies regidas por funções matemáticas da forma $z = f(x, y)$. O

conjunto de sistema *fuzzy* foi inserido inicialmente por Lotfi Zadeh em 1965 através da teoria de conjuntos clássicos.

A fim de obter a maior conduta real possível dos dados estipulados, Araújo (2015) objetiva o cerne da lógica *fuzzy* a uma apresentação de função de pertinência a um sistema mais complexo onde existem incertezas.

Segundo Santos (2016), a lógica *fuzzy* possibilita investigar incertezas e recriar inúmeras possibilidades de respostas atreladas a um especialista de domínio do enredo da pesquisa revelara que não há limites para avaliar componentes por meio de variáveis analisadas.

Neste sentido, este trabalho visa realizar a modelagem matemática e computacional neuro-fuzzy dos resultados referentes ao efeito da bagana de carnaúba em sistema de produção no caso da cultura do coentro (Coriandrum sativum L.), quando submetida a diferentes lâminas de irrigação (100; 85; 70; 55; 40 e 25%) baseado na evapotranspiração da cultura (ETc) e diferentes quantidades de cobertura morta usando a bagana de carnaúba sem afetar negativamente a sua produção.

5 CONCLUSÃO

Para o primeiro ciclo da cultura do coentro quando houver necessidade de baixo consumo hídrico os melhores valores estão próximos de 55% da lâmina de irrigação aliado a uma faixa de 40% a 50% de níveis de cobertura morta; quando a disponibilidade hídrica for maior acima de 140% da lâmina utilizada faz-se necessário a utilização de 100% da cobertura vegetal morta.

Já para o segundo ciclo a consumo hídrico apresenta resultados mais satisfatórios variando de 50% a 80% das lâminas utilizadas, isso pode estar vinculado a um desenvolvimento mais estabelecido de cultura, com isso podemos trabalhar com níveis mais baixos de cobertura próximos de 45%.

A necessidade de novas pesquisas com relação das interferências de absorção da bagana de carnaúba com a disponibilidade de agua através da irrigação, faz-se necessário uma vez que observou-se um necessidade de níveis maiores para as lâminas de irrigação que superam os 100% da necessidade da cultura, e aplicação *fuzzy* nos resultados para maximizar as interações.

Tavella et al. (2010) estudando o cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta, adubado com composto, encontrou produtividade de 3454 kg/há. O autor ainda usando modelo de regressão linear para avaliação dos dados, obteve como produtividade valores próximos de 6.542 ton/ha, sendo obtida com a dose máxima de 30 ton/ha de cobertura morta.

Dos Santos (2016) ressalta que uso da cobertura morta proporciona ganho produtivo para a maioria nas características agronômicas avaliadas para cultura do coentro orgânico, sendo de extrema importância essa técnica.

REFERÊNCIAS

SANTOS FERNANDES, C. et al. A influência da cobertura morta no desempenho agronômico do coentro adubado com esterco bovino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.)

LINHARES, P. C. F. et al. Espaçamento para a cultura do coentro adubado com palha de carnaúba nas condições de Mossoró-RN. Revista verde, Pombal, v. 9, n. 3, p. 1-6, 2014.

TAVELLA, L. B. et al. Cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 614-618, 2010.

AGUIAR, A.M. et al. Produção de coentro (Coriandrum sativum L.) cultivado com composto orgânico em Irituia – Pará. Cadernos de Agroecologia, [S.l.], v. 10, n. 3, may 2016.

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 2006, Fortaleza, Anais...Fortaleza: 2006. p.44.

ARAUJO, W. F.; ANDRADE JUNIOR, A. S. D.; MEDEIROS, R. D. D.; SAMPAIO, R. A.Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.

BENINI, L. C. Estimação da densidade de solos utilizando sistemas de inferência *fuzzy*. 2007. 194 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. 2007.

BHATTARAI, N. et al. A new optimized algorithm for automating endmember pixel selection in the SEBAL and METRIC models. **Remote sensing of environment**, v. 196, p. 178-192, 2017.

BARATTA JUNIOR, A. P. Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para a produção de mudas. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007. Disponível em: < http://www.if.ufrrj.br/pgcaf/pdfdt/Dissertacao%20Alamir%20Baratta.pdf >. Acesso em: 2018-10-05

CARVALHO, F. P. A.; GOMES, J. M. A. Ecoeficiência na produção de cera de Carnaúba no município de Campo Maior, Piauí, 2004. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 421-453, 2008.

SILVA, L. M. et al. Modelagem *fuzzy* aplicada na detecção da vulnerabilidade à erosão costeira. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 19, n. 4, 2013.

EITZINGER, J. et al. Comparison of CERES, WOFOST and SWAP models in simulating soil water content during growing season under different soil conditions. **Ecológical Modelling**, v. 171, n. 3, p. 223-246, 2004.

ESTEVES, J. V. Substrato para produção de mudas de hortaliças com casca de arroz carbonizada, composto orgânico e desinfecção à vapor. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, suplemento, p. 805-806, 2000.

FERNANDES, E. J.; TURCO, J. E. P. Evapotranspiração de Referência para Manejo da Irrigação em Cultura de Soja, Irriga, Botucatu, v.8, n.2, p.132-141, maio-agosto,

2003.

FERNANDES, E. T. Fotossíntese e crescimento inicial de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos. 2012. 113f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

GHAMARNIA, H.; ARJI, I.; SEPEHRI, S.; NOROZPOUR, S.; KHODAEI, E. Evaluation and comparision of drip and conventional irrigation methods on sugar beets in a semiarid region. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 138, p. 90-97, 2012.

GHOUSH, M. A.; SAMHOURI, M.; AL-HOLY, M.; HERALD, T. Formulation and *fuzzy* modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. **Journal of Food Engineering**, v.84, p.348-357, 2008.

HAYKIN, S. Redes neurais: princípios e prática. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 900 p.

GONÇALVES, M. P. M.; SCHLAEFLI, R. C. ; CHAGAS, A. O. V.; NASCIMENTO, E. R. S.; SILVA, A. P. Efeito da Cobertura Morta e Hidrogel na Sobrevivência de Mudas Nativas da Caatinga. In: IX simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas, 2012, Rio de Janeiro, 2012.

HASSAN, A. Z. A.; MAHMOUD, A.W.M. The combined effect of bentonite and natural zeolite on sandy soil properties and productivity of some crops. Topclass Journal of Agricultural Research, v.1, n.(3), p.22-28, 2013.

HIRATA, A. C. S. et al. Cobertura morta no manejo de plantas daninhas em cebola. Apta Regional, Pesquisa & Tecnologia, Sorocabana, v. 11, n. 1, jan-jun 2014.

JETTER R; KUNST L. 2008. Plant surface lipid biosynthetic pathways and their utility for metabolic engineering of waxes and hydrocarbon biofuels. The Plant Journal 54: 670-683, 2008.

JI, X.B.; KANG, E.S.; CHEN, R.S.; ZHAO, W.Z.; ZHANG, Z.H.; JIN, B.W. A mathematical model for simulating water balances in cropped sandy soil with conventional flood irrigation applied. **Agricultural Water Management**.v. 87, n. 3, Fev., p. 337-346,2007.

LABABIDI, H. M. S.; BAKER, C. G. J. *Fuzzy* modelling. In: CÁNOVAS, G. V. B. et al. Handbook of Food and Bioprocress Modeling Technique, 2006, p. 452-494

LIRA, R. M. et al. Production, water consumption and nutrient content of Chinese cabbage grown hydroponically in brackish water. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 497-505, 2015.

LYRA, G. B.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; LYRA, G. B.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JUNIOR, R. A. Conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem e

com cobertura morta na entrelinha na região de Arapiraca. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 2, p.173-183, 2010.

MACIEL, G. M.; COSTA, C. P.; SALA, F. C. Linhagens de coentro com pendoamento tardio sob dois sistemas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 607-612, 2012.

MEZA, E. B. M., SOUZA, J. C., SCHILLING, M. T.; COUTTO FILHO, M. B. Utilização de um modelo neuro-*fuzzy* para a localização de defeitos em sistemas de potência. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, v. 17, n. 1, p. 103-114, 2006.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory-and field-derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, v. 234, n. 2, p. 153-157. jul. 2001.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; LIMA, J. L. M. P.; SINGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Inpact of mulching on soil and water dynamics under intermittents simulated rainfall. Catena, Alemanha, v. 109, p. 139-149, 2013.

PEREIRA, A. C. S. et al. Produtividade do coentro em função de diferentes quantidades e formas de aplicação do mata-pasto (*Senna uniflora* L.). 2018.

PEJIĆ, B.; ĆUPINA, B.; DIMITRIJEVIĆ, M.; PETROVIĆ, S.; MILIĆ, S.; KRSTIĆ, D.; JAĆIMOVIĆ, G. Response of sugar beet to soil water deficit. **Romanian Agricultural Research,** v. 28, p. 151-155, 2011.

SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da Cobertura Plástica do Solo sobre o Cultivo de Hortaliças. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 22, n.1/2, 2001.

SANTOS, P. S. Estudo da vulnerabilidade ambiental no município de Santo Amaro-BA. 2016. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências. 2007.

SILVA, F. A. M.; PINTO, H.S.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; AFFHOLDER, F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto**.** **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p 717-724, 2006.

SOUZA; E. R; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G.; MATOS, J. A. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 99, p. 26-32, 2011.

SOUSA, P. G. R.; SOUSA, J. P. F.; SOUSA, A. M.; COSTA, R. N. T. Produtividade do mamoeiro cultivado sob aplicação de cinzas vegetais e bagana de carnaúba. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 1, p. 1201-1212, 2017.

SYAHPUTRA, R. et al. A novel *fuzzy* approach for multi-objective optimization of distribution network configuration in complex system. **Int. J. Appl. Eng. Res.**, v. 13, n. 2, p. 1120-1127, 2018.

TEÓFILO, T. M. S. et al. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.

TOLEDO, F. H.; VENTURIN, N.; CARLOS, L.; DIAS, B. A.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. Compost of residues of pulp and paper in the production of eucalyptus seedlings. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 711-716, 2015.

TOPAK, R.; SÜHERI, S.; ACAR, B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (Beta vulgaris L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey. **Irrigation Science**, v. 29, p.79-89, 2011.

ZIEGLER, H. R. S; BARBOSA, M. M; PESSOA, J. P. M; VIEIRA, L. V; ARAUJO FILHO, J. A; FURTADO, F. M. V . Efeito da bagana de carnaúba e da adubação orgânica sobre a produção de forragem e grãos na cultura do milho. In: II CONGRESSO CEARENSE DE AGROECOLOGIA, 2010, Juazeiro do Norte, CE. Anais... Ceará: II Congresso Cearense de Agroecologia, 2010.