



AGRICULTURA DIGITAL NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA ALFACE

Marcondes Ferreira Costa Filho¹, Lucas Pereira Gomes², Carla Natanieli de Oliveira Batista¹,
Moisés Medeiros dos Santos³, Pedro Henrique de Oliveira Gurgel¹, Nildo da Silva Dias⁴

RESUMO: Com o avanço da tecnologia, o desenvolvimento de sistemas inteligentes para a realização de irrigações eficientes, se torna mais possível em razão da demanda. Essa busca é contínua e sempre com o objetivo de melhorar os meios que facilitem a utilização consciente dos recursos finitos do planeta, como é o caso da água. Este trabalho tem como objetivo avaliar o uso da agricultura digital no manejo da irrigação para a cultura da alface crespa (*Lactuca sativa* L.) com determinação da real necessidade hídrica da cultura buscando-se a melhor eficiência do uso da água e, conseqüentemente, melhor rendimento e qualidade. O sistema testado mostrou-se eficiente e econômico no manejo da água no solo para a cultura do alface. Essa economia é muito importante quando se têm recursos hídricos limitados, além da sempre necessária economia de energia elétrica e recursos financeiros.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade de campo, Sistema inteligente, Recursos hídricos.

DIGITAL AGRICULTURE IRRIGATION MANAGEMENT IN LETTUCE CROP

ABSTRACT: With the advancement of technology, the development of intelligent systems to carry out efficient irrigation becomes more possible due to demand. This search is ongoing and always with the aim of improving the means that facilitate the conscious use of the planet's finite resources, such as water. The objective of this work is to evaluate the use of digital agriculture in the management of irrigation for the culture of curly lettuce (*Lactuca sativa* L.) with determination of the real water requirement of the culture, seeking the best efficiency of water use and, consequently, better yield and quality. The tested system proved to be efficient

¹ Discente de Agronomia; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; (84) 991326034; marcondes.filho@alunos.ufersa.edu.br; (84) 996323677; carlanatalieli@hotmail.com; (84) 996899669; pedro.gurgel@alunos.ufersa.edu.br

² Doutor em Fitotecnia; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; (88) 999140386; lucasgomes140@hotmail.com

³ Engenheiro mecânico; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; (84) 996495829; moises.santos@alunos.ufersa.edu.br

⁴ Professor adjunto; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; (84) 996844875; nildo@ufersa.edu.br

and economical in soil water management for lettuce crops. This economy is very important when you have limited water resources, in addition to the ever-needed savings in electricity and financial resources.

KEYWORDS: Field capacity, Intelligent system, Water resources.

INTRODUÇÃO

O uso da agricultura digital para manejar a água no solo e estimar a necessidade hídrica das culturas tem sido investigado com muito empenho, especialmente na agricultura familiar. Os sensores eletrônicos ou mesmo tensiômetros equipados com transdutores eletrônicos de tensão são utilizados para automação de sistemas de irrigação baseados no potencial mátrico da água no solo, embora tenham limitações devido aos custos elevados de aquisição que, envolvem complicados sistemas eletrônicos de controle, de difícil manejo e manutenção (KLEIN, 2001). Entretanto, o avanço da tecnologia, está cada vez mais possível o desenvolvimento de sistemas automatizados e inteligentes para a realização de irrigações com maior eficiência do uso da água na agricultura familiar. Essa busca é contínua e sempre com o objetivo de melhorar os meios que facilitem a utilização consciente dos recursos finitos do planeta, como é o caso da água. Um sistema inteligente para determinar a necessidade hídrica das hortaliças produzidas na área de agricultura familiar foi idealizado para as seguintes competências: data e hora; momento e quantidade de irrigação; armazenamento de dados; informação remota; conectividade com a internet (SANTOS, 2021). Deste modo, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência deste sistema no manejo da irrigação da alface crespa (*Lactuca sativa* L.) para a melhor eficiência do uso da água comparado com o manejo da irrigação com base na ETC utilizando os dados climáticos locais para obtenção da resposta correta de quando e quanto irrigar, buscando-se um manejo eficiente da irrigação e, conseqüentemente, produção e economia de recursos.

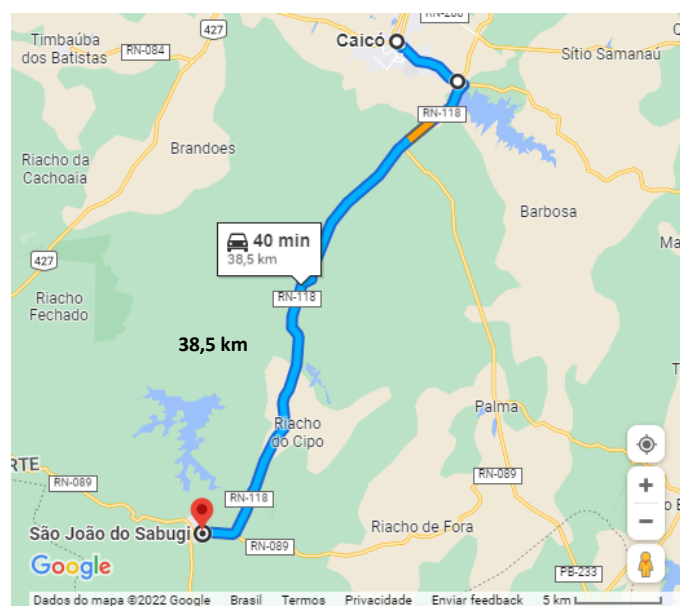
MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em área de cultivo comercial da alface em uma área de produção familiar do município de São João do Sabugi, sob as coordenadas geográficas de referência 6°42'04.8"S e 37°12'31.8"W. Foram avaliados a validação do sistema inteligente em

delineamento inteiramente casualizado em comparação com a irrigação por parâmetros climáticos para determinação da necessidade hídrica da cultura com duas frações de lixiviação. Os tratamentos constituíram da interação entre o método de manejo da irrigação (sistema inteligente e ETc via clima) e o fator lixiviação (10% e sem fração de de Lixiviação), totalizando assim 4 tratamentos. Cada tratamento foi composto por quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída por 5 m² de canteiro, e cada canteiro correspondeu a duas parcelas. Avaliando o rendimento da cultura da alface.

Estimativas precisas da evapotranspiração (ET) são essenciais para identificar as variações temporais sobre a necessidade de irrigação, melhorar a alocação dos recursos hídricos e avaliar o efeito do uso da terra e as mudanças na gestão do balanço hídrico (ORTEGA-FARIAS et al., 2009).

Para estimar evapotranspiração de referência (ET_o), o método de Penman-Monteith (FAO) foi escolhido por se aproximar da evapotranspiração do padrão grama nos locais avaliados e por apresentar superioridade em relação a outros métodos (CAI et al., 2007; GAVILAN et al., 2007; XING et al., 2008), mesmo considerando que em condições climáticas especiais, pode levar a erros próximos a 30% (WIDMOSER, 2009). O método é baseado em processos físicos, incorporando parâmetros fisiológicos e aerodinâmicos. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar são os principais elementos climáticos que afetam a evapotranspiração. Além desses, o tipo da cultura, a densidade de plantio, a variedade e a fase de crescimento também são fatores que afetam a evapotranspiração (ALLEN et al., 1998).



Fonte: Google Maps.

Figura 1. Distância entre São João do Sabugi-RN e Caicó-RN.

Para a determinação do calendário de irrigação por parâmetros via clima, foram utilizados dados meteorológicos históricos dos últimos 10 anos (2010 a 2020), pois a estação meteorológica apresentava apenas este intervalo de dados sem falhas acentuadas. Na cidade que foram realizados os experimentos não havia disponibilidade de estação meteorológica para a coleta dos dados brutos, portanto esses dados foram coletados via internet provenientes da estação meteorológica da cidade de Caicó-RN administrada pelo INMET, com Latitude: 6.46°S, Longitude: 37.08°W e Altitude: 171 m.

O transplântio das mudas de alface foi realizado na parte final da tarde para facilitar o processo de adaptação das plantas ao novo ambiente que foram colocadas. No momento do transplântio abrimos as covas nos canteiros com uma profundidade média de 5 cm e espaçamento de 20 cm entre plantas (mesmo espaçamento dos gotejadores) e 25 cm entre linha de plantio (mesmo espaçamento das fitas gotejadoras). Sendo assim, em cada canteiro foram colocadas 3 fileiras de plantas ao lado das fitas gotejadoras. As mudas foram retiradas das bandejas e imediatamente alocadas nas covas e, em seguida, o solo ao redor da muda foi firmado e juntado ao colo da planta para uma boa fixação das plantas ao solo. Houve sempre o cuidado de cobrir todas as raízes das mudas. Após o transplântio das mudas em todos os canteiros, foi realizada uma irrigação até que o solo apresentasse uma umidade elevada para ajudar no pegamento das mudas. Praticamente todas das mudas se adaptaram e pegaram no primeiro transplântio. Nas falhas (mudas que não pegaram) foram transplântadas novas mudas num segundo momento, 2 ou 3 dias após o primeiro transplântio.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2. Linhas de plantio da alface.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o resumo da ANOVA, não houve diferença estatística entre os tratamentos para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA) e de raízes (MFR) da alface, ao nível de 5% de significância.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) da alface em função do manejo da irrigação e fator lixiviação.

Fonte de Variação	GL	Pr>Fc	
		MFPA	MFR
Manejo	1	0,6522 ^{ns}	0,2811 ^{ns}
Lixiviação	1	0,4847 ^{ns}	0,8133 ^{ns}
Manejo*Lixiviação	1	0,9286 ^{ns}	0,8293 ^{ns}
Erro	12	-	-
CV (%)		13,31	16,77

GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; ** = Significativo a 1 %; * = Significativo a 5 %; ns = não significativo.

A agricultura digital para o manejo da água de irrigação apresentou uma alta economia de água e eficiência no uso de energia elétrica, registrando redução de 77,8% no consumo de água para atender a demanda hídrica da alface sem perdas de rendimento em relação ao método de determinação da ETc via clima. A interação entre os fatores MANEJO x LIXIVIAÇÃO teve pouca influência nas variáveis produtivas da alface.

Na Tabela 2, está apresentado o resumo da análise de variância para a massa seca da alface. Não houve diferença estatística entre os tratamentos e nem influência da interação entre os fatores para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) na cultura, ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) das culturas de coentro e alface submetidas a manejos de irrigação e lixiviação.

Fonte de Variação	GL	Pr>Fc	
		MSPA	MSR
Manejo	1	0,6532 ^{ns}	0,0523 ^{ns}
Lixiviação	1	0,6183 ^{ns}	0,9582 ^{ns}
Manejo*Lixiviação	1	0,0766 ^{ns}	0,6911 ^{ns}
Erro	12	-	-
CV (%)		17,30	17,32

GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; ** = Significativo a 1 %; * = Significativo a 5 %; ns = não significativo.

Resultados semelhantes para massa fresca e massa seca, da parte aérea e raiz, foram encontrados em outros trabalhos científicos.

Oliveira (2018) avaliando variáveis fenométricas do coentro, estudou três tipos de reposição de água da necessidade hídrica da cultura até o fim do ciclo, repondo 100, 75, e 50%

da evapotranspiração de referência (ET_o). O autor verificou que as médias do tratamento de 50% da ET_o apresentaram o maior valor da altura da parte aérea da planta (19,5 e 21,5 cm), peso total da massa fresca (23,2 e 31,2 g), peso total da massa seca (3,6 g para ambos os canteiros) e peso da massa fresca da raiz (2,2 e 3,4 g), apresentando os menores valores nos tratamentos de 75 e 100% da ET_o. Quanto ao tamanho da raiz e peso da massa seca da raiz, obtiveram-se médias semelhantes nos tratamentos de 100, 75 e 50% da ET_o. Sendo assim, de um modo geral, o tratamento de 50% da ET_o apresentou características fenológicas da cultura bastante favorável, indicando que o aumento do volume de água na irrigação do coentro não proporciona aumento de suas principais variáveis de crescimento.

Cassimiro et al. (2019) avaliou a eficiência de um sistema de irrigação subsuperficial de baixo custo, a partir da aplicação de lâminas decrescentes de água, para o desenvolvimento vegetativo de plantas de alface do grupo crespa. Tendo como tratamentos cinco lâminas de água (25, 50, 75, 100 e 125% da ET_o, estimada pela equação de Penman-Monteith), avaliando a massa seca da parte aérea, raiz e total e, o número total de folhas por planta. Constataram que a aplicação de 25% da ET_o proporcionou os menores valores de acúmulo de massa, não sendo, portanto, recomendada. Já a aplicação de 50%, proporcionou acúmulo de massa similar as maiores lâminas, 75, 100 e 125% da ET_o, o que comprova a eficiência do sistema, em termos de economia de água para produção da alface. Concluíram ainda, que por se tratar de um sistema de irrigação de baixo custo e de fácil operacionalização, o mesmo seria essencial para a agricultura familiar vivente no semiárido brasileiro.

Desse modo, a possibilidade de possuir um sistema inteligente capaz de economizar recursos hídricos, visualizando uma alternativa de reduzir gastos com energia elétrica, diminuindo os custos de produção sem baixar os níveis qualitativos e quantitativos do produto final.

CONCLUSÕES

O fator lixiviação utilizado não afetou a cultura da alface, embora tenha resultado em diferença na umidade do solo e no consumo hídrico. O manejo da irrigação e a determinação da necessidade hídrica da alface utilizando a agricultura digital – sistema inteligente, mostrou-se mais eficiente do que a irrigação por parâmetros via clima, com maior eficiência do uso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSIMIRO, C. A. L.; OLIVEIRA FILHO, F. S.; SILVA, E. A.; FEITOSA, S. S.; SIQUEIRA, E. C.; SILVA, M. G. Lâminas de água múltiplas via sistema de irrigação subsuperficial no cultivo de alface do grupo crespa. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal-PB, v. 13, n. 1, p. 08-12, 2019.

KLEIN, V. A. Uma proposta de irrigação automática controlado por tensiômetros. **Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA**, v.7, n 3, p. 231-234, 2001.

OLIVEIRA, A. B. **Consumo hídrico e calibração/validação do modelo AquaCrop para a cultura do coentro submetido à irrigação localizada**. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

Disponível em:

<<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/2391/1/ANDR%c3%89%20BEZERRA%20OLIVEIRA%20-%20DISSERTA%c3%87%c3%83O%20PPGMET%202018.pdf>>.

Acesso em: 19 jul. 2021.

ORTEGA-FARIAS, S.; IRMAK, S.; CUENCA, R. Special issue on evapotranspiration measurement and modeling. **Irrigation Science**, New York, v. 28, n. 1, p. 1-3, 2009.

SANTOS, R. M.; OLIVEIRA, A. S. DE; VELLAME, L. M.; BRANDÃO, F. J. C. Montagem e acurácia de um sistema experimental de pesagem para calibração de sensores de umidade de solo. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1162-1169, 2006. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cagro/a/5w4GcqsDPBrjGpdZCXhGfyB/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 23 abr. 2021.

SILVA, D. O. M. DA. **Validação de um sensor de determinação da umidade do solo para o manejo da irrigação**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, 2013. Disponível em:

<<http://www.univasf.edu.br/~cpgea/files/teses/6.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2021.

SOARES, R. B.; CAMPOS, K. C. Uso e disponibilidade hídrica no Semiárido do Brasil. **Revista de política agrícola**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 48-57, 2013. Disponível em:

<http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/27483/1/2013_art_rbsoares.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2021.

M. F. Costa Filho et al.

WIDMOSER, P. A discussion on and alternative to Penman–Monteith equation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 96, n. 4, p. 711–721, 2009.