

## PRODUÇÃO E CRESCIMENTO DA ABÓBORA SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO USANDO SISTEMA AUTOMÁTICO

Clinton Gonçalves Moreira<sup>1</sup>, Vladimir Batista Figueirêdo<sup>2</sup>, Fernando Caio de Freitas Aquino<sup>3</sup>,  
Sérgio Luiz Aguilar Levien<sup>4</sup>, Ugo Leonardo Rodrigues Machado<sup>5</sup>

**RESUMO:** A região semiárida do Brasil é afetada pela escassez de água e a abóbora tem importância na alimentação da população. Objetivou-se com este trabalho foi determinar a produção e crescimento da cultura da abóbora submetida a diferentes lâminas de irrigação, e, avaliar a construção de dois Sistemas de Aquisição de Dados (SAD). O experimento foi realizado em casa de vegetação, com a cultura da abóbora Mini Paulista Isabela cultivado, utilizando cinco tratamentos de lâminas de irrigação, T1=120%, T2=100%, T3=80%, T4=60% e T5=40%, da evapotranspiração da cultura, em quatro repetições, sendo avaliadas as variáveis da planta: Peso Médio Seco da parte aérea (PMS), Área Foliar (AF) e produção média dos frutos por planta (PMF). A AF e o PMF foram afetados pelas lâminas de irrigação, apresentando diferenças significativas dos tratamentos de T1 e T2 sobre os demais tratamentos, enquanto que o PMS não apresentou diferença significativa. O tratamento T2 apresentou PMF superior ao tratamento T5 em aproximadamente 73%. Os SAD e o sensor de umidade utilizado foram eficientes na automação da irrigação, na determinação da umidade do solo, bem como, na estimativa do consumo de água pelas plantas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucurbita moschata* L. Automação da irrigação. Manejo da irrigação.

## PRODUCTION AND GROWTH OF PUMP SUBMITTED TO DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS USING AUTOMATIC SYSTEM

<sup>1</sup> Pós-Graduando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Depto de Ciências Agronômicas e Florestais, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor, Depto de Engenharia e Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFERSA, Caixa Postal 137, CEP 59.625-900, Mossoró, RN. Fone (84) 988148311. e-mail: hugoxpc@gmail.com.

**ABSTRACT:** The semi-arid region of Brazil is affected by water scarcity and the pumpkin is important in the population's diet. The objective of this work was to determine the production and growth of the pumpkin crop submitted to different irrigation depths, and to evaluate the construction of two Data Acquisition Systems (SAD). The experiment was carried out in a greenhouse with Mini Paulista Isabela pumpkin cultivated using five irrigation depth treatments, T1 = 120%, T2 = 100%, T3 = 80%, T4 = 60% and T5 = 40. % of crop evapotranspiration in four replications, and plant variables were evaluated: Average dry weight of shoot (PMS), Leaf Area (AF) and average fruit yield per plant (PMF). AF and PMF were affected by irrigation depths, showing significant differences between T1 and T2 treatments compared to the other treatments, while PMS did not show significant differences. The T2 treatment presented PMF superior to the T5 treatment in approximately 73%. The SAD and the moisture sensor used were efficient in irrigation automation, soil moisture determination, as well as estimation of water consumption by plants.

**KEYWORDS:** *Cucurbita moschata L.* Irrigation automation. Irrigation management.

## INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil, em especial sua porção semiárida, historicamente é afetada pela escassez de água conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), nesta região, o balanço entre a disponibilidade e a demanda dos recursos hídricos superficiais está entre as mais preocupantes do país.

A abóbora (*Cucurbita moschata L.*) tem uma ampla participação na alimentação da população brasileira. Na região Nordeste, sua presença é ainda mais notável, visto que toda região apresenta o cultivo desta espécie em larga escala ou em nível de subsistência, aliado a determinações precisas do consumo de água para as culturas irrigadas. Então para melhorar o cultivo de plantas e aumentar sua produtividade, a utilização da automação dos sistemas irrigados aliado a determinações precisas do consumo de água para as culturas, se torna imprescindível (Arruda et al., 2017).

Devido à realidade existente de escassez de água na região, se ver a importância de utilizar esse recurso com precisão, utilizando meios tecnológicos para aperfeiçoar a distribuição de água para as culturas. Dessa forma, pode se utilizar de um sistema de aquisição de dados, a qual se compõe elementos como sensores, transdutores, elemento de processamento de dados, elemento transmissor de dados, elemento sensível primário,

elemento armazenador de dados em memória não voláteis, elemento conversor de sinal e elemento de apresentação de dados (Inamasu et al., 1996).

Objetivou-se com este trabalho verificar o crescimento e a produção da cultura da abóbora cultivar Mini Paulista Isabella, cultivada com diferentes lâminas de irrigação, controladas por Sistemas de Aquisição de Dados (SAD) construídos para serem usados como controlador de irrigação, registrador e armazenador de dados de sensores de umidade do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Campus Central da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, localizado no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, 5° 03' 37'' S, 37° 23' 50''. O estudo foi realizado em duas etapas, sendo a primeira para construção e calibração de Sistemas de Aquisição de dados (SAD) e a segunda sendo um experimento em casa de vegetação para determinação da produtividade e crescimento de plantas de abóbora variedade Mini Paulista Isabella, submetidas a diferentes lâminas de irrigação controladas pelos SAD construídos na primeira etapa.

Na primeira etapa, a construção e calibração dos SAD, foi utilizado como componente central a placa de microprocessamento Arduino Mega 2560 R3, bem como de outros componentes como: display de LCD de 20x4 (colunas e linhas), um real time clock (RTC) modelo DS1307, um Shield microSD para cartão de memória, placa fenolítica (15 x 25 cm), bornes, jumpers, cabo quatro vias e um regulador de tensão. O primeiro SAD construído (SAD1) foi desenvolvido para fazer medidas de umidade do solo usando o sensor ECHO EC-5 da Decagon® e o segundo SAD construído (SAD2) para fazer o controle das irrigações no experimento. Nesse caso, foi usado para o controlador de irrigação (SAD2) um módulo de relés de 5 Vcc com oito canais e outros microcontroladores, possibilitando o controle de circuitos de altas correntes (até 10A) como motores, permitindo também o controle de válvulas solenóides para setorizar as áreas de irrigação. Em todos esses componentes foram usados componentes eletrônicos discretos comumente utilizados em eletrônica e condicionadores de sinais elétricos.

Durante esta primeira etapa, foram realizados em todos os componentes dos SAD construídos, os pré-testes de continuidade dos sinais elétricos coletados (corrente elétrica, tensão elétrica, sinal digital, etc.) e dos dados armazenados. Para o sensor ECHO EC-5 foi

usado a equação descrita abaixo de acordo com o manual do fabricante, em que a alimentação (excitação elétrica) fornecida ao sensor deve ser de precisos 2500 mV.

$$\theta_v = 0,00119 \cdot T - 0,401 \quad (1)$$

em que:

$\theta_v$  - Umidade volumétrica do solo, ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ );

T - Tensão elétrica lida no sensor, (mV).

Então, nesse caso se construiu um regulador de tensão para fornecer essa tensão ao sensor, instalado no SAD1.

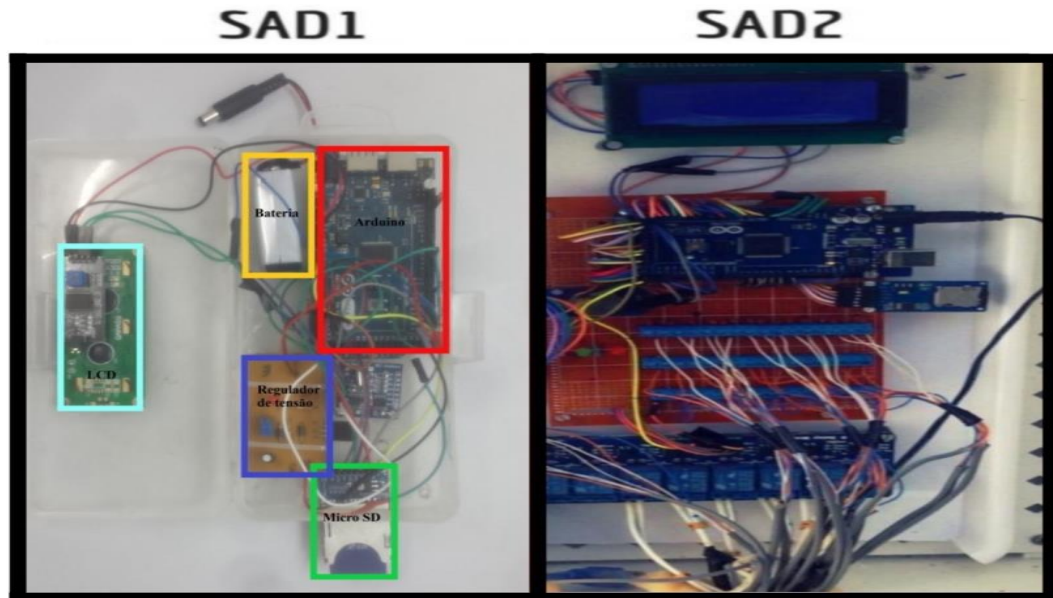
Na segunda etapa, no experimento com a abobora realizado em casa de vegetação, as plantas foram cultivadas em vasos de 25 litros, num espaçamento de 0,50m x 0,80m, utilizando o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, constituído por cinco tratamentos (T) e quatro repetições. Os tratamentos adotados foram cinco lâminas de irrigação, determinada pelo cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc) (Allen et al. 2009), usando o SAD2 para controlar cada lâmina de irrigação, sendo estas: 120% da ETc (T1), 100% da ETc (T2), 80% da ETc (T3), 60% da ETc (T4) e 40% da ETc (T5). Os elementos meteorológicos como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento e a radiação incidente (radiação global), necessários para a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) e ETc, foram registrados pela estação meteorológica instalado dentro da casa de vegetação.

Para a análise de crescimento, usou-se amostras de plantas de cada tratamento para determinação do Peso da Matéria Seca total (PMS), sendo coletadas ao final do ciclo da cultura, aos 76 dias após o plantio (DAP), nas quatro repetições. A Área Foliar (AF) foi determinada com a medida do comprimento (C) e da largura da folha média (L) de acordo com Nascimento et al. (2002), além da contabilização do número de folhas (NF) para essa estimativa, aos dias 24, 38, 45, 56 e 70 DAP, em três repetições de cada tratamento.

A análise de produção foi realizada ao final do experimento, onde os frutos foram colhidos e pesados aos 76 DAP, sendo medido o número de frutos por planta e o Peso Médio do Fruto (PMF) por planta, nas quatro repetições de cada tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 pode ser observado os SAD construídos, mostrando os componentes como o Arduino, display, relógio, cartão de memória, placa de relé e materiais utilizados normalmente em eletrônica.

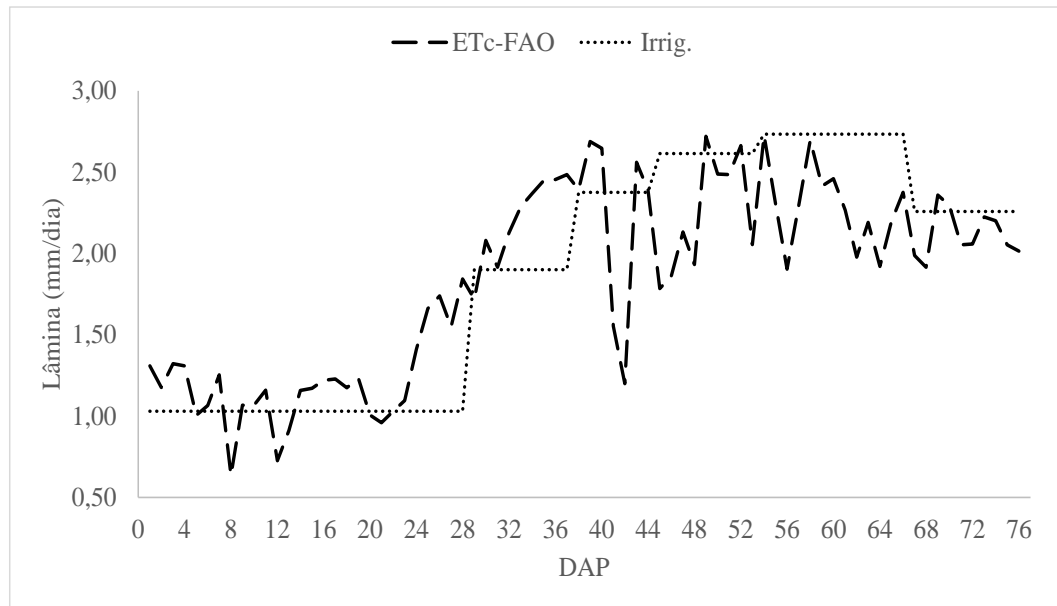


**Figura 1.** SAD's construído mostrando os componentes utilizados

Os testes realizados nos SAD construídos mostraram que esses equipamentos, em conjunto com os sensores, podem ser utilizados para minimizar os problemas dos erros de leituras que ocorrem comumente no manejo das irrigações no campo.

Durante a segunda etapa, verificou-se que mesmo na falta de energia ocorridas, o controlador de irrigação funcionou adequadamente, sem atrasos ou adiantamentos nos horários para a abertura/fechamento das válvulas elétricas de irrigação. Como vantagens do controlador de irrigação construído, não ocorre nenhuma restrição na programação de horários e de dias de irrigação, podendo ser alterado minuto a minuto, bem se pode acionar várias válvulas ao mesmo tempo e desligá-las em tempos diferentes. Recomenda-se instalar conjuntos motobombas monofásicos de até 5 CV para esse controlador. Na maioria dos controladores vendidos atualmente, para que este faça os mesmos procedimentos ditos anteriormente, o custo do equipamento se torna bastante elevado.

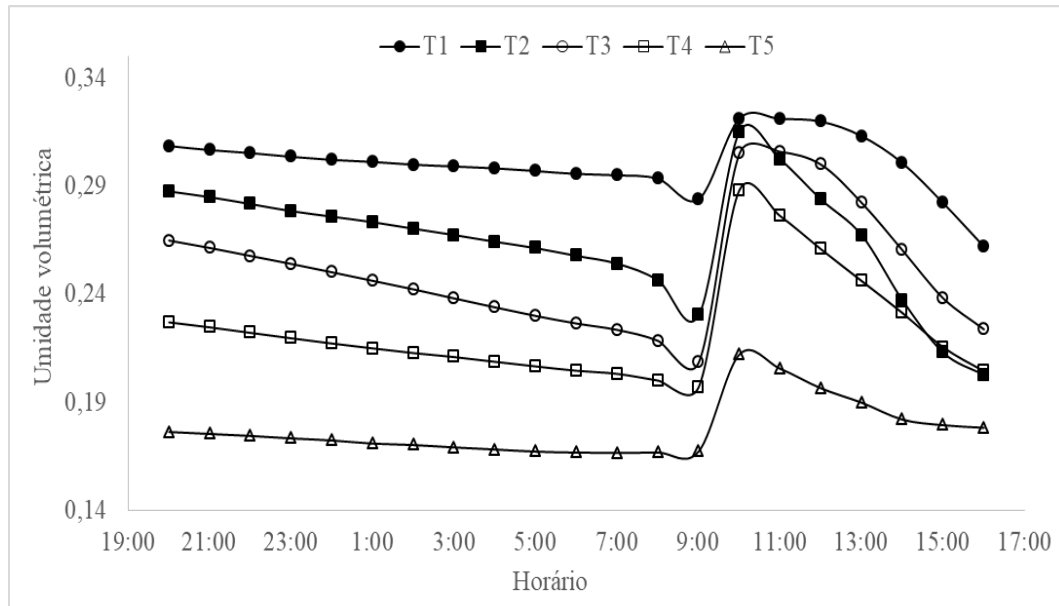
Na Figura 2, são apresentados a evapotranspiração da cultura estimado pelo método Penman-Monteith-FAO (ET<sub>c</sub>-FAO), e as lâminas de irrigação aplicadas (Irrig.), durante o período do ciclo da planta (DAP), na segunda etapa do trabalho.



**Figura 2.** Evapotranspiração determinada pelo método da FAO-Penman-Monteith (ETc-FAO) e lâmina de irrigação aplicada (Irrig.), durante o ciclo da cultura

Observa-se que as irrigações acompanharam as lâminas pré-determinadas pelo cálculo da ETc-FAO, comprovando que as lâminas calculadas para a cultura foram estimadas de acordo com sua necessidade. No final do experimento a lâmina total aplicada de irrigação foi de 144,19 mm e a lâmina estimada pela ETc-FAO foi de 139,81 mm. Dessa forma, verifica-se que a lâmina aplicada no tratamento de T2 (100%), nas condições do experimento realizado em casa de vegetação, excedeu em apenas 4,38 mm a lâmina de irrigação estimada pelo método comumente realizado (ETc-FAO). Esse fato pode ter como justificativas, o próprio cultivo em casa de vegetação, a condição de alta frequência de irrigação realizada, já que era irrigado duas vezes ao dia, pela escolha adequada dos coeficientes de cultivo basais escolhidos para a estimativa da ETc-FAO, e, provavelmente, aos bons tratos culturais realizados durante a pesquisa.

Na Figura 3, pode ser visto a umidade volumétrica do solo ao longo do dia nos diferentes tratamentos, onde o tratamento T1 sempre teve uma umidade do solo mais elevada, visto que era o tratamento com a maior lâmina (120% da ETc) e o T5 que tinha uma lâmina de 40% em relação a ETc, teve uma umidade volumétrica menor em relação a todos os tratamentos.



**Figura 3.** Medidas de umidade volumétrica do solo, realizadas pelo sensor ECHO EC-5, coletadas no SAD1 durante um dia em cada tratamento.

Às 9:00h todos os tratamentos apresentam comportamento semelhante, tendo uma elevação significativa nas suas respectivas umidades do solo, visto que é um dos horários de irrigação. Ao final do experimento, utilizando a média no período do T1 como parâmetro de comparação entre as médias dos demais tratamentos, verificou-se que o tratamento T1 foi superior ao T2 em 11,94%, com relação ao T3 em 16,45%, com relação ao T4 de 25,61% e ao T5 em 40,86%, respectivamente.

Na Tabela 1 pode ser visto a ANAVA da AF em  $\text{cm}^2$ , PMS em gramas e PMF em gramas. Houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos para a AF e o PMF. Com relação ao PMS nos tratamentos, não houve diferença estatística. Para a AF verificou-se que o tratamento T2 apresentou média igual ao T1 e superior aos demais. Já para o PMF, os tratamentos T1 e T2 foram também significativamente iguais, mas superiores aos demais. Esses resultados concordam com Reichardt & Tim (2008) que afirmam que as plantas tendem a diminuir seu crescimento e produtividade com o estresse hídrico. Nas diferenças obtidas entre os pesos médios dos frutos quando submetidos aos diferentes tratamentos observou-se que, o tratamento T2 foi estatisticamente igual ao T1, porém superiores ao T3, T4 e T5. Tendo como parâmetro numérico de comparação, o peso médio dos frutos do T2, podemos verificar que o mesmo apresentou 10,1% superior ao T1, 50,0% em relação ao T3, 68,2% ao T4 e 72,7% ao T5, evidenciando que mesmo que os tratamentos T1 e T2 sendo significativamente iguais; houve ainda uma redução do PMF devido ao excesso de água (T1) e ao déficit de água (T3, T4 e T5). Os resultados apresentados acima

foram obtidos com a aplicação dos tratamentos de lâminas de irrigação, controlando a aplicação dessas lâminas pelo controlador de irrigação do SAD1 construído.

**Tabela 1.** Resumo da ANAVA da área foliar em cm<sup>2</sup> (AF) nas cinco datas de coleta (DAP), e, peso da matéria seca (PMS) e peso médio dos frutos (PMF), ambas em gramas.

Fonte de variação	G.L	Estatística F	Fonte de variação	G.L	Estatística F	
		AF			PMS	PMF
TRAT	4	30,566**	TRAT	4	2,823 <sup>ns</sup>	30,855**
Bloco	2	0,561 <sup>ns</sup>	Blocos	3	1,846 <sup>ns</sup>	0,801 <sup>ns</sup>
DAP	4	111,705**	Resíduo	12	-	-
TRAT*DAP	16	5,448**	-	-	-	-
Resíduo	48	-	-	-	-	-
Teste Tukey			Teste Tukey			
Lâminas		Médias	Lâminas		Médias	
T1		5286,46a	T1		139,50a	767,00a
T2		5586,42 <sup>a</sup>	T2		142,00a	852,75a
T3		4246,45b	T3		106,75a	426,25b
T4		3611,01bc	T4		93,25a	271,50b
T5		3475,43c	T5		88,00a	233,00b

<sup>ns</sup> não significativo, \*\* Significativo a 1% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Os Peso médio do fruto e a área foliar foram afetados pelas lâminas de irrigação, apresentando diferença significativa dos tratamentos de 120% da ETc-FAO e 100% da ETc-FAO sobre os demais tratamentos.

O Peso da matéria seca da planta não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ao nível de significância de 1%.

O tratamento com a lâmina de 100% apresentou pesos médios dos frutos aproximadamente 72% superior ao tratamento com a lâmina de 40%.

Os SAD e o sensor de umidade ECHO EC-5 da Decagon<sup>®</sup> demonstraram pelos resultados apresentados serem eficientes na automação da irrigação, na determinação indireta da umidade volumétrica do solo por meio da capacitância, bem como, na estimativa do consumo de água pelas plantas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. **Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006, 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

ANA, Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. **ANA**, Brasília, 2017. 86p.

ARRUDA, L. E. V.; FIGUEIRÊDO, V. B.; LEVIEN, S. L. A. MEDEIROS, J. F. Desenvolvimento de um tensiômetro digital com sistema de aquisição e armazenamento de dados. **Revista Irriga**, Botucatu edição especial, p.11-20, 2017.

INAMASU, R. Y.; BERTUCC, I V.; FERREIRA, W. S.; SOTTO, C. A. B.; TORRE NETO, A.; NAIME, J. M.; RABELLO, L. M.; CRUVINEL, P. E.; BERNARDES FILHO, R.; HERMMANN JÚNIOR, P. S. P.; VAZ, C. M. P. Sistema de informação em elementos de aquisição de dados para ambiente agropecuário. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.10, p.1-8, 1996.

NASCIMENTO, I.B.; FARIAS, C.H.A.; SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, J.F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M.Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 555-558, dezembro 2002.

REICHARDT, K.; TIM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Editora Manole, 2008. 478 p.