

MONITORAMENTO DA IRRIGAÇÃO EM ALFACES EM TÚNEIS ALTOS POR MICRO CONTROLADOR DE BAIXO CUSTO

SÉRGIO RICARDO RODRIGUES DE MEDEIROS¹, ALDIR CARPES MARQUES FILHO², JEAN PAULO RODRIGUES³, SIMONE DANIELA SARTORIO DE MEDEIROS⁴

¹ Professor Adjunto 1, Departamento de Engenharia Rural, CCA - UFSC, Florianópolis - SC, Fone: (48) 3271-5431, sergio.medeiros@ufsc.br

² Doutorando em Agronomia, FCA - UNESP, Botucatu - SP, Fone (14) 3880-7119, aldir.marques@gmail.com

³ Professor do Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica, IFSC, Florianópolis - SC, Fone: (48) 3221-0512, jeanpaulo@ifsc.edu.br

⁴ Professora Adjunto 4, CCA - UFSCar, Araras-SP, Fone: (19) 3543-2664, sisartorio@gmail.com

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O manejo correto do ambiente interno e da irrigação em casa de vegetação requer mão de obra qualificada, e isso, muitas vezes é um entrave para uma agricultura num ambiente automatizado. Objetivou-se com o presente trabalho, monitorar a irrigação em duas cultivares de alface, através de um sistema eletrônico para controle de fatores ambientais internos em casas de vegetação, tipo túnel altos, com o diferencial de possuir em sua programação algoritmos importantes sobre a fisiologia das cultivares. Foi realizada análise experimental e foi avaliado o funcionamento do micro controlador a campo ao longo de um ciclo produtivo, bem como o possível incremento em produtividade que o sistema proporcionaria para duas variedades de alface. Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, e constatou-se que o micro controlador projetado incrementou em 26,7% a produtividade da alface tipo Americana e 29% a produtividade da alface tipo crespa.

PALAVRAS-CHAVE: alface, irrigação, micro controladores

MONITORING OF IRRIGATION IN ALFACES IN HIGH TUNNELS BY LOW-COST MICROCONTROLLER

ABSTRACT: Proper management of the indoor environment and irrigation in greenhouse requires skilled labor, and this is often a hindrance to agriculture in an automated environment. The objective of this work was to monitor the irrigation in two lettuce cultivars through an electronic system to control environmental factors inside greenhouse, high tunnel type, with the differential of having important algorithms on physiology of the cultivars. An experimental analysis was carried out and the operation of the field microcontroller was evaluated along a productive cycle, as well as the possible increase in productivity that the system would provide for two lettuce varieties. The experimental results were submitted to analysis of variance and Tukey's test, and it was verified that the projected microcontroller increased the yield of American lettuce by 26.7% and the yield of crisp lettuce by 29%.

KEYWORDS: lettuce, irrigation, microcontrollers

INTRODUÇÃO: Cultivar em sistema protegido tornou-se comum dentro do ramo da horticultura, devido à necessidade de fornecimento de produtos in natura e de boa qualidade ao longo de todas as estações do ano, mesmo em regiões de clima adverso ao das culturas (Andriolo, 1999). Contudo a automação e o controle ambiental possibilitam o aumento da qualidade dos produtos, maior eficiência e uso racional dos recursos (Romanini et al., 2010). O controle ambiental em abrigos de cultivo é realizado com base no monitoramento contínuo das variáveis do ambiente, para tomar decisões que interferem no microclima interno, gerando mudanças necessárias para manter o ambiente adequado às necessidades fisiológicas dos vegetais. O sistema de controle está baseado na integração entre software e hardware, que operam através de sensores e atuadores para modificação do meio (Teruel, 2010). Objetivou-se com este trabalho monitorar a irrigação com um sistema por micro controlador de baixo custo, relacionando o sistema eletrônico de controle à fenologia dos vegetais e verificar se o sistema de controle incrementa a produtividade de duas variedades de alface (*Lactuca sativa* L.).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no município de Biguaçu – SC, durante os meses de novembro e dezembro de 2017 foi realizado em dois ambientes protegidos A1 e A2, modelo túnel alto, tipo arco, com pé direito de 2,75 m, possuindo área total de 50 m² cada (5 x 10 m) (Figura 1A). No abrigo A1 (Com sistema de controle eletrônico). O sistema eletrônico de controle ambiental foi desenvolvido seguindo-se a metodologia proposta por Rozefeld et al. (2015) e desenvolvida por Marques Filho, (2017). Foram instaladas três torres de transdutores em PVC 40mm, com 0,8 m de altura. Cada torre contendo 01 Termo higrômetro modelo DHT22; 01 Sensor resistivo de umidade de solo FC 28, além de 01 Sensor LDR (Light Dependent Resistor). As torres de transdutores realizaram a aquisição dos dados climáticos internos do cultivo protegido. A programação do controlador previu a coleta das temperaturas, umidades e radiação das três torres, fazendo 60 aquisições por minuto, e calculando a média das aquisições. Na casa de vegetação A1, foram instalados atuadores de ventilação (VT), irrigação (IRR) e nebulização (NB). No ambiente A2, foi instalado sistema de irrigação com operação manual através de registro de gaveta manual (RM), com três operações diárias, sendo uma no início da manhã e outras duas no início e no final da tarde. Para o acionamento dos sistemas de irrigação e nebulização foram utilizadas eletroválvulas de 12,5 mm de diâmetro nominal, com vazão máxima de 20 L min⁻¹ e 5 W de potência. O sistema de irrigação utilizado nas duas casas de vegetação foi o de aspersão direta. No experimento foram avaliadas as características biométricas de duas variedades de alface (Figura 1 C.), variedade V1 do tipo Americana (cv. Lucy Brow) e V2 do tipo Crespa (cv. Vanda), em dois ambientes distintos, A1 e A2 com e sem automação respectivamente.

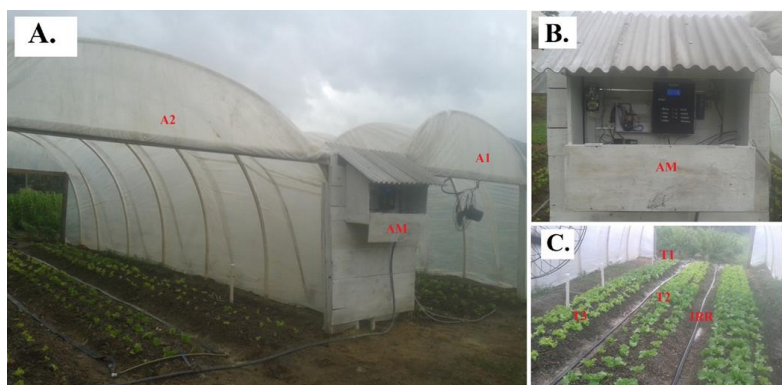


FIGURA 1. Casas de vegetação A1 e A2 (Figura 1 A.). Abrigo Meteorológico para sistemas eletrônicos (1 B.). Sistema de irrigação (IRR) e coleta de dados T1, T2 e T3 (1 C.)

Para a avaliação da produtividade da cultura da alface, bem como o desenvolvimento em cada ambiente foram aferidos dados de: diâmetro total da planta (DP), altura total da planta (AP), diâmetro do colmo cortado à 1 cm do solo (DC) e massa fresca total (MFT). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 2 x 2, com 4 tratamentos, 6 repetições e 12 parcelas. O primeiro fator foi constituído de dois ambientes de cultivo A1 e A2 e o segundo fator pelas cultivares V1 e V2. As variáveis resposta foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, análise de variância e teste de Tukey à 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O funcionamento do sistema de controle foi monitorado através de dados de acionamento armazenados em cartão micro SD. O controlador apresentou resposta satisfatória em 100% do período experimental, realizando o monitoramento e atuação ambiental de acordo com a programação proposta. Os dados de temperatura, umidade relativa, radiação e umidade do solo, bem como o acionamento de cada atuador foram armazenados em formato 'LOG', associado com a data e o horário da aquisição no cartão SD, formando um banco de dados para auxiliar nas tomadas de decisão futuras. Acompanhando o comportamento dos sensores e atuadores ao longo de 24 horas de funcionamento do sistema pode-se verificar a dinâmica do sistema de controle (Figura 2).

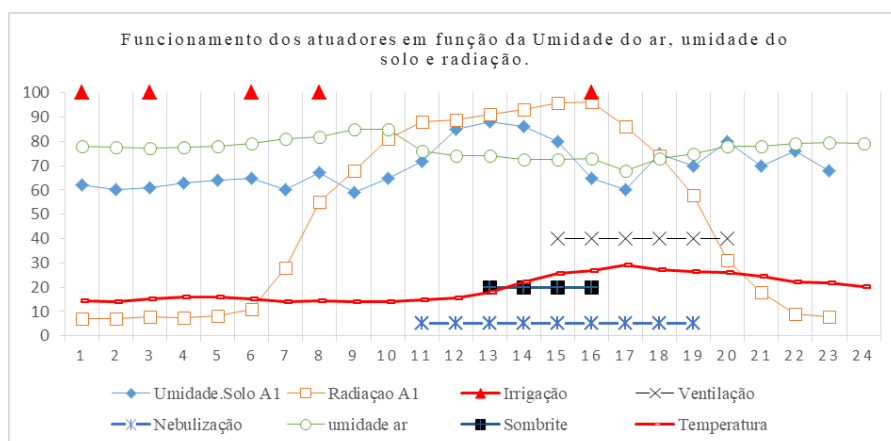


FIGURA 2. Funcionamento do sistema de controle de acordo com as variáveis de entrada e o acionamento dos atuadores ao longo de 24 horas.

Foi mantida a umidade de solo constante e dentro da faixa ideal programada para a cultura, isso ratifica o correto dimensionamento do sistema dos aspersores e vazão, possibilitando que o atuador controle perfeitamente o processo. O mesmo não foi observado para os atuadores de ventilação, nebulização e sombreamento, estes ao serem acionados. As médias de massa fresca total (MFT), diâmetro da planta (DP), altura da planta (AP) e diâmetro do colmo (DC), bem como da produtividade total estão descritas na tabela 1.

TABELA 1. Resultados teste de Tukey a 5% para características biométricas de duas variedades *Lactuca sativa* L. em relação aos cultivos A1 e A2

Tratamento	DP(cm)	AP(cm)	MFT(kg)	DC(cm)	Prod.(Ton h ⁻¹)
A1 (Automat.)	35,2 a	25,7 a	0,180 a	1,3 a	16,2 a
A2 (Manual)	32,3 b	23,9 a	0,143 b	1,9 a	12,8 b
V1 (Americana)	34,2 a	24,2 a	0,182 a	1,3 a	16,4 a
V2 (Crespa)	32,9 a	25,3 a	0,140 b	1,2 a	12,6 b
CV(%)	4,99	10,35	12,34	7,87	12,34

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. C.V.: coeficiente de variação.

Verificou-se diferença estatística para a variável diâmetro da planta entre os ambientes A1 e A2, sendo que as plantas da casa de vegetação A1 apresentaram maiores diâmetros, indicando melhor desenvolvimento vegetativo, proporcionado possivelmente pela oferta adequada de água e condições ambientais próximas ao ideal. Para as variáveis biométricas AP e DC não foi verificada diferença estatística entre os ambientes A1 e A2, possivelmente por estas características serem pouco responsivas às variações ambientais. Verifica-se também que AP e DC são pouco evidentes nas fases de desenvolvimento inicial mesmo entre as variedades V1 e V2, onde igualmente não houve diferença estatística. O comportamento dos dados de diâmetro do colmo e altura da planta, mesmo não apresentando diferença estatística ao nível de 5% de significância, apresentaram uma tendência de superioridade no ambiente A1 em relação a A2. A diferença estatística apresentada entre variedades V1 e V2 ocorreu devido às conformações vegetativas diferenciadas apresentadas por estas, sendo a variedade crespa mais aberta e menos densa, enquanto que a variedade americana, por se tratar de uma variedade que fecha suas folhas centrais para a formação de uma cabeça, produz maior número de folhas internas, apresentando maior MFT (Ferreira et al., 2014). Em termos percentuais a média da massa fresca total (MFT) da variedade V1 (Americana), foi 25% superior no ambiente A1 em relação ao ambiente A2. Para a variedade Crespa, o mesmo dado de MFT foi 30% maior em A1 do que em A2, ratificando o melhor desenvolvimento da cultura no ambiente automatizado.

CONCLUSÕES: A automatização do ambiente incrementou a produtividade da cultura da alface tipo Americana em 26,7% e do tipo Crespa em 29%. O micro controlador funcionou conforme as condições estabelecidas em sua configuração, cumprindo com o propósito de integrar o controle de um ambiente de cultivo com a utilização dos atuadores de acordo com a programação embutida no micro controlador para cada fase das cultivares.

REFERÊNCIAS:

- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria, Editora UFSM, 1999. 141p.
- FERREIRA, R.L.F. et al. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo. Biosci. J., Uberlandia, v. 30, n. 4, p. 1017-1023, July/Aug. 2014.
- MARQUES FILHO, A. C. Sistema de automação e controle inteligente para cultivo protegido: Tecnologia acessível ao pequeno produtor. Florianópolis: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2017. 133p. Dissertação Mestrado.
- ROMANINI, C. E. B.; GARCIA, A. P.; ALVARADO, L.M.; CAPELLI, N. L.; UMEZU, C. K. Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido. Revista brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental. v.14, n.11, p 1193-1201. 2010.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. Gestão de desenvolvimento de Produtos. Uma referência para melhoria do processo. 1 ed. São Paulo. Ed. Saraiva, 2015. 542p.
- TERUEL, B.; ALVES, E. C. S.; ROCCIA, C. J.; ARNOLD, F.J.; BRAVO-ROGER, L. L. Desempenho de sensores sem fio em casas de vegetação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.12, p.1374-1380, 2012.