



Mesa de germinação e produção de mudas de alface em sistema automatizado com Arduino Uno R3

Leoncio Gonçalves Rodrigues^a, Ana Célia Maia Meireles^b, Carlos Wagner Oliveira^c, Livia Soares Bernardo^d, Davi Hudson Pereira Simões^e e Antônio Hyago Mendes Gonçalves^f

Resumo: O cultivo hidropônico da alface apresenta uma grande versatilidade e modos de utilização. Existem diversas formas de cultivo, porém, o NFT (do inglês Nutrient Film Technique: Técnica do Fluxo Laminar) é o principal sistema utilizado, nele são transplantadas mudas para completarem seu desenvolvimento. A qualidade das mudas é essencial para o cultivo hidropônico, por garantir

-
- a Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável pela UFCA – Universidade Federal do Cariri. E-mail: leonmeid@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8770-9172>.
 - b Doutora em Engenharia Civil. Professora na UFCA – Universidade Federal do Cariri. E-mail: ana.meireles@ufca.edu.br.
 - c Doutor em Engenharia de Biosistemas. Professora na UFCA – Universidade Federal do Cariri. E-mail: carlos.oliveira@ufca.edu.br.
 - d Graduação em Agronomia pela UFCA – Universidade Federal do Cariri. E-mail: livia.soares@aluno.ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0049-025X>.
 - e Graduação em Agronomia pela UFCA – Universidade Federal do Cariri. E-mail: davi.simoese@aluno.ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9600-4943>.
 - f Graduação em Agronomia pela UFCA – Universidade Federal do Cariri. E-mail: carlos.oliveira@ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5999-0913>.

homogeneidade, sanidade e vigor das plantas. Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa foi testar a germinação de duas cultivares de alface em fibra de coco e propor um sistema de produção de mudas de alface em mesa de germinação de baixo custo automatizada com Arduino. Para tanto, foram utilizadas as alfaces-crespas cultivar Rafaela e Moana. Na produção das mudas foi utilizada a formulação nutritiva proposta por Furlani (1998). O sistema de automação foi desenvolvido com Arduino Uno R3 e a mesa de germinação para irrigação por ascensão capilar. A partir dos resultados obtidos verificou-se ser viável a utilização do sistema de automação com Arduino Uno na produção de mudas de alface em mesa de germinação de baixo custo com irrigação por ascensão capilar.

Palavras-chave: Arduino. Hidroponia. Cultivo. Sensores.

Germination table and production of lettuce seedling in an automated system with Arduino Uno R3

Leoncio Gonçalves Rodrigues^a, Ana Célia Maia Meireles^b, Carlos Wagner Oliveira^c, Livia Soares Bernardo^d, Davi Hudson Pereira Simões^e & Antônio Hyago Mendes Gonçalves^f

Abstract: The hydroponic cultivation of lettuce presents a great versatility and ways of use. There are several forms of cultivation, however, the NFT (Nutrient Film Technique: Laminar Flow Technique) is the main system used, in which seedlings are transplanted to complete their development. The quality of seedlings is essential for hydroponic cultivation, as it ensures plant homogeneity, health and vigor. In this sense, the objective of this research was to test the germination of two lettuce cultivars in coconut fiber and to propose a system for the production of lettuce seedlings in a low-cost germination table automated with Arduino. For that, curly lettuce cultivars

a Master in Sustainable Regional Development at UFCA – Federal University of Cariri. Email: leonmeid@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8770-9172>.

b Ph.D. in Civil Engineering. Professor at UFCA – Federal University of Cariri. E-mail: ana.meireles@ufca.edu.br.

c Ph.D. in Biosystems Engineering. Professor at UFCA – Federal University of Cariri. E-mail: carlos.oliveira@ufca.edu.br.

d Graduate in Agronomy at UFCA – Federal University of Cariri. E-mail: livia.soares@aluno.ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0049-025X>.

e Graduate in Agronomy at UFCA – Federal University of Cariri. E-mail: davi.simoes@aluno.ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9600-4943>.

f Graduate in Agronomy at UFCA – Federal University of Cariri. E-mail: carlos.oliveira@ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5999-0913>.

Rafaela and Moana were used. In the production of seedlings, the nutritional formulation proposed by Furlani (1998) was used. The automation system was developed with Arduino Uno R3 and the germination table for irrigation by capillary rise. From the results obtained, it was found to be feasible to use the automation system with Arduino Uno in the production of lettuce seedlings in a low-cost germination table with irrigation by capillary rise.

Keywords: Arduino. Hydroponics. Cultivation. Sensors.

Mesa de germinación y producción de plántula de lechuga en un sistema automatizado con Arduino Uno R3

Leoncio Gonçalves Rodrigues^a, Ana Célia Maia Meireles^b, Carlos Wagner Oliveira^c, Livia Soares Bernardo^d, Davi Hudson Pereira Simões^e y Antônio Hyago Mendes Gonçalves^f

Resumen: El cultivo hidropónico de lechuga presenta una gran versatilidad y formas de uso. Existen varias formas de cultivo, sin embargo, el principal sistema utilizado es el NFT (Nutrient Film Technique: Laminar Flow Technique), en el que se trasplantan las plántulas para completar su desarrollo. La calidad de las plántulas es fundamental para el cultivo hidropónico, ya que asegura la homogeneidad, la sanidad y el vigor de las plantas. En este sentido, el objetivo de esta investigación fue probar la germinación de dos cultivares de lechuga en fibra de coco y proponer un sistema para la producción de plántulas de lechuga en una mesa de germinación de bajo costo automatizada con

-
- a Maestría en Desarrollo Regional Sustentable de la UFCA – Universidad Federal de Cariri. Correo electrónico: leonmeid@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8770-9172>.
 - b Doctor en Ingeniería Civil. Profesor de la UFCA – Universidad Federal de Cariri. Correo electrónico: ana.meireles@ufca.edu.br.
 - c Doctor en Ingeniería de Biosistemas. Profesor de la UFCA – Universidad Federal de Cariri. Correo electrónico: carlos.oliveira@ufca.edu.br.
 - d Graduación en Agronomía en la UFCA – Universidad Federal de Cariri. Correo electrónico: livia.soares@aluno.ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0049-025X>.
 - e Graduación en Agronomía en la UFCA – Universidad Federal de Cariri. Correo electrónico: davi.simoese@aluno.ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9600-4943>.
 - f Graduación en Agronomía en la UFCA – Universidad Federal de Cariri. Correo electrónico: carlos.oliveira@ufca.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5999-0913>.

Arduino. Para ello se utilizaron los cultivares de lechuga rizada Rafaela y Moana. En la producción de plántulas se utilizó la formulación nutricional propuesta por Furlani (1998). El sistema de automatización fue desarrollado con Arduino Uno R3 y la mesa de germinación para riego por ascensión capilar. A partir de los resultados obtenidos se comprobó que es factible utilizar el sistema de automatización con Arduino Uno en la producción de plántulas de lechuga en una mesa de germinación de bajo costo con riego por ascensión capilar.

Palabras clave: Arduino. Hidroponía. Cultivo. Sensores.

1. Introdução

A hidroponia é uma técnica onde as plantas são cultivadas em meio a uma solução nutritiva enriquecida com nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento. Diversos aspectos estão relacionados ao sucesso em cultivo hidropônico, dentre eles, destaca-se a qualidade das mudas. Para o sucesso do cultivo hidropônico da alface (*Lactuca Sativa*) é necessária atenção e cuidado principalmente na etapa de produção de mudas. Pode-se empregar diferentes substratos, soluções nutritivas e sistemas de automação na produção de mudas (BEZERRA NETO, 2017).

A produção de mudas de alface usando substrato de fibra de coco têm algumas vantagens: é um substrato inerte, de baixo custo que pode ser adquirido ou produzido, possui boa capacidade de retenção de água e aeração, além de ser leve e de baixa compactação. De acordo com Marques et al. (2018) a fibra de coco pode ser utilizada em conjunto com soluções salinas na produção de mudas em hidroponia. A produção de mudas de alface usando a fibra de coco, pode ser realizada de diversas maneiras, sendo mais comum o cultivo em bandejas. Em hidroponia as mudas podem ser conduzidas em mesas de germinação após a germinação das bandejas. Nas mesas a muda irá desenvolver-se até atingir o tamanho ideal para ser transferida para local definitivo, onde deverá completar o seu ciclo até a colheita.

Na produção das mudas são utilizados sistemas de automação para acionamento do bombeamento da solução nutritiva, de modo a garantir a disponibilidade de água e nutrientes para o desenvolvimento da cultura no momento certo. Baron et al. (2021) demonstra a importância da automação em sistemas de cultivo hidropônico, e enfatiza que sistemas convencionais com temporizador analógico não permitem uma melhor regulação do tempo. Diversos sistemas de automação estão disponíveis no mercado, entretanto, sistemas baseados na

tecnologia Arduino são de baixo custo e fácil aplicação. Além do, mas, o Arduino possibilita a utilização de sensores para leitura de dados como: temperatura e umidade, e seu armazenamento em cartão microSD.

A partir do explicitado, o objetivo desta pesquisa foi verificar a germinação de duas cultivares (cv) de alface Rafaela e Moana em substrato de fibra de coco, assim como testar a produção de mudas de alface cv. Moana em uma mesa de germinação de baixo custo, irrigada por ascensão capilar e automatizada com Arduino Uno R3, onde o sistema consegue coletar e armazenar dados de temperatura e umidade do ar.

2. Metodologia

O experimento foi realizado do dia 28 de agosto ao dia 13 de outubro de 2021 no município de Juazeiro do Norte-CE, durante pesquisa de mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável na Universidade Federal do Cariri (UFCA) e do Programa Institucional de Bolsas Iniciação Científica (PIBIC) do curso de Agronomia. Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizadas sementes nuas “não peletizadas” de alface-crespa cv. Moana e Rafaela. As alfaces Moana e Rafaela foram escolhidas por serem de ciclo curto, podendo ser cultivada o ano todo na região nordeste, a alface Moana tem ciclo de 45 dias no verão e 60 dias no inverno, enquanto que, a alface Rafaela tem ciclo entre 60 a 70 dias.

Para a germinação foi utilizada a fibra de coco como substrato, por ser de fácil acesso e produção. Dois testes de germinação foram conduzidos em bandejas descartáveis de seção 2,00 cm x 2,00 cm. No primeiro teste de germinação foram semeadas 202 células com três sementes de alface Rafaela e, no segundo, foram semeadas 288 células com três sementes Moana.

Antes da sementeira foram realizadas a leitura do pH¹ e CE² (condutividade elétrica) da água com auxílio de um condutímetro portátil com pHmetro da *Analytical Instruments* modelo EC-3587. Onde se verificou valor de pH de 6,0 e CE de 0,012 dS m⁻¹ na germinação da cv. Rafaela, e valor de pH de 7,0 e CE de 0,2 dS m⁻¹ na cv. Moana. As sementes da alface-crespa cv. Rafaela foi semeada no dia 28 de Agosto de 2021 e as sementes da cv. Moana semeadas no dia 18 de setembro de 2021.

Após a sementeira ambas as cultivares foram colocadas em ambiente escuro por 30 horas. Segundo Nascimento e Cantliffe (2002) as sementes de alface germinam melhor a uma temperatura entre 20 e 30 °C. A câmara escura tem por finalidade regular esta temperatura. Para verificar o efeito da temperatura na cv. Moana foi empregado a envoltura de plástico filme nas bandejas semeadas. A determinação da percentagem de germinação foi realizada pela Equação 1, conforme empregado por Araújo, Silva e Lima (2018) e proposta Laborial e Valadares (1976).

$$\text{Eq. 1: } PG = \frac{GEs}{CG} * 100$$

Em que PG: é a proporção de sementes germinadas, em %; GEs: é as sementes que germinaram; CG: é às sementes totais colocadas para germinação. Para determinação do índice de velocidade de germinação foi adotada a equação citada por Sousa et al. (2017) e proposta por Maguire (1962), que pode ser obtida com a Equação 2.

$$\text{Eq. 2: } IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} \dots \frac{Gn}{Nn} * 100$$

Em que G1, G2... e Gn é o percentual de plantas germinadas na primeira, segunda até a última contagem; N1,

1 Escala de pH que mede acidez ou basicidade.

2 Representa a facilidade ou dificuldade a passagem de eletricidade, em função da teor de sais solvidos.

N2... e Nn é o número de dias desde a primeira, segunda até a última contagem. Para o desenvolvimento das mudas foi confeccionado um berçário de madeira, onde as mudas cv. Moana, após saírem da câmara escura foram transferidas, permanecendo até atingirem a quantidade de 4 a 5 folhas completas. A mesa de germinação e produção de mudas teve como principais componentes: sistemas para escoamento da solução, reservatório de solução, tela de drenagem, mini-bomba de 12v e 800 L.h⁻¹, sistema de automação com Arduino Uno R3 e sensor de umidade e temperatura. Entre o sistema de escoamento e as bandejas de mudas uma tela de viveiro de orifício com 1 cm de diâmetro foi adicionada para melhorar a drenagem da solução nas bandejas.

A solução nutritiva adotada foi a proposta por Furlani (1998) adequada para culturas folhosas como a Alface. Floss Junior et al. (2020) relata êxito no uso da solução nutritiva baseada na formulação de Furlani (1998) no cultivo de mudas de alface com diferentes substratos. A calibração da condutividade para faixa de 0,8 a 1,0 dS m⁻¹, pH 5,5 a 6,0 e temperatura da solução foi realizada diariamente às 9:00hs. O sistema de automação foi constituído com Arduino Uno R3, Módulo Relé³, Sensor LDR⁴ Módulo SD⁵, matriz de contato⁶, bomba de 12v 800 L.h⁻¹, sensor DHT11⁷, cartão microSD. A Figura 1 apresenta o diagrama do sistema de automação. O código fonte de programação está disponível sob o link “Código”.

3 Módulo chaveado que permite o seccionamento de uma corrente elétrica.

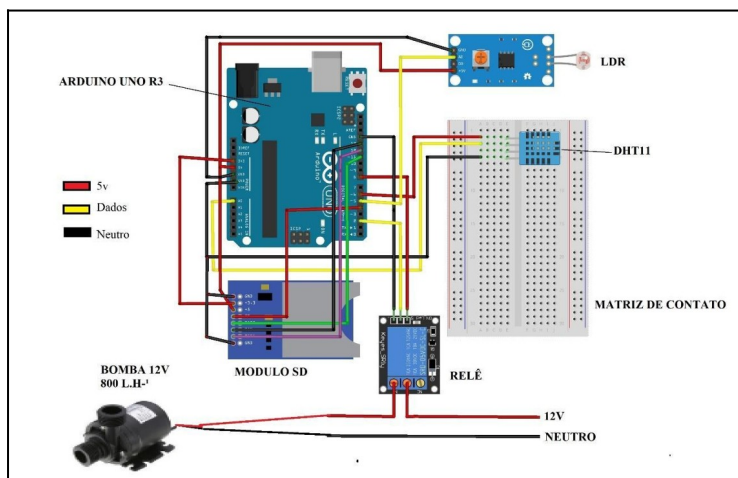
4 Sensor de resistência elétrica, diminui sua resistência quando a energia luminosa incide sobre ele.

5 Módulo responsável por ler e escrever em cartão de memória.

6 Matriz onde são realizadas as interligações dos fios com componentes.

7 Sensor capaz de ler a umidade do ar na faixa de 20% a 90% e temperatura na faixa 0 a 50 °C com precisão de +5% e +- 2 °C respectivamente.

Figura 1 – Diagrama de automação com Arduino uno R3



Fonte: Autores.

O tempo de circulação da solução nutritiva foi de 15 minutos com intervalos de 4 horas durante o dia e noite.

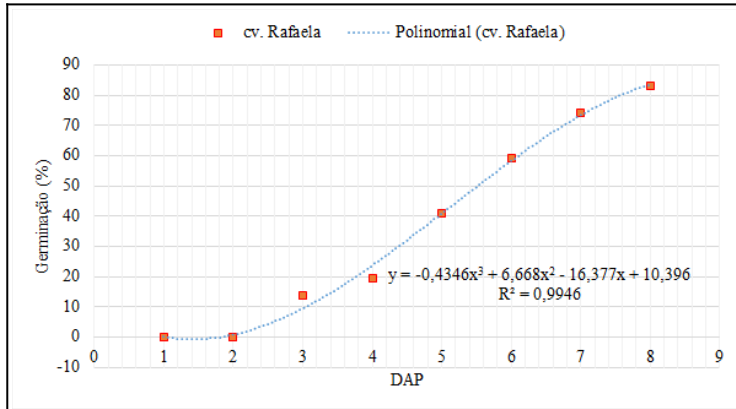
3. Resultados e discussões

A alface Rafaela foi semeada no dia 28 de agosto, a germinação teve início no dia 31, encerrando no dia 5 de setembro de 2021, perfazendo um total de 8 dias. Foi verificada uma germinação de 83% de um total de 606 sementes, o que resulta em 17% ou 103 sementes não germinadas. Moraes et al. (2018) obtiveram germinação de 80% em fibra de coco com a alface-americana cv. Lucy Brown. A alface Moana foi semeada em 14 de setembro, e sua germinação teve início um dia após a semeadura, encerrando no dia 28 de setembro de 2021, perfazendo um total de 8 dias, onde se obteve uma germinação de 89,53% de um total de 864 sementes, o que perfaz um total de 90 sementes não germinadas 10,41%. Comparando as taxas de germinação de ambas as cultivares, houve um incremento de 6,53% na germinação da cv. Moana. Para ambas as germinações a

temperatura média do ar oscilou entre 28 e 32 °C, enquanto que, a umidade oscilou de 40% para 60%.

As duas cultivares apresentaram satisfatória germinação em fibra de coco. Xavier et al. (2020) verificou que a adição de fibra de coco em outros substratos contribui para a germinação e a qualidade das mudas. Rodrigues et al. (2020) demonstra que a adição de fibra de coco em outros substratos melhora a germinação e a qualidade das mudas da alface cv. Stella Manteiga. Assim, a fibra de coco pode ser utilizada sozinha ou associada a outros substratos. Analisando o IVG das cultivares, nota-se uma antecipação da germinação em dois dias na cultivar Moana, o que pode ser atribuída ao plástico filme empregado. O índice IVG pode ser observado na Figura 2 “Rafaela” e Figura 3 “Moana”.

Figura 2 – IVG da alface-crespa cultivar Rafaela em fibra de coco

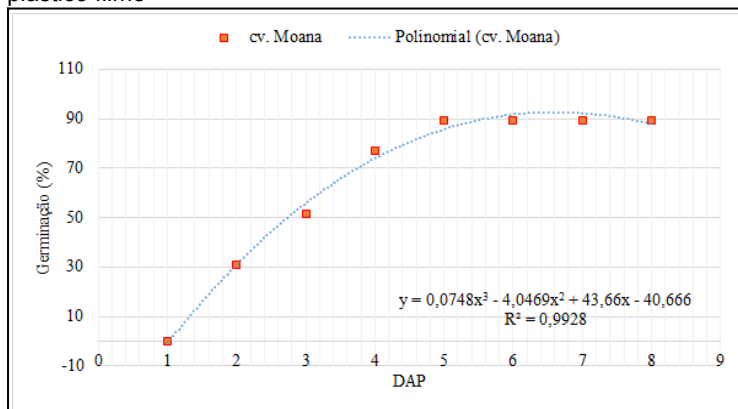


Fonte: Autores. *DAP: Dias após o plantio.

A cv. Rafaela demonstrou um crescimento linear até o oitavo dia de germinação, enquanto a cv. Moana um crescimento quadrático até o quinto dia, onde a germinação cessa e os valores tornam-se constantes. Em ambas, a germinação foi maior que

80%, porém a cv. Moana apresentou germinação mais precoce. Vale-se frisar que, no crescimento linear o número aumenta de forma estável, acrescido por uma constante e no crescimento quadrático é proporcional ao quadrado do número da população.

Figura 3 – IVG da alface-crespa cultivar Moana em fibra de coco com plástico filme



Fonte: Autores. *DAP: Dias após o plantio.

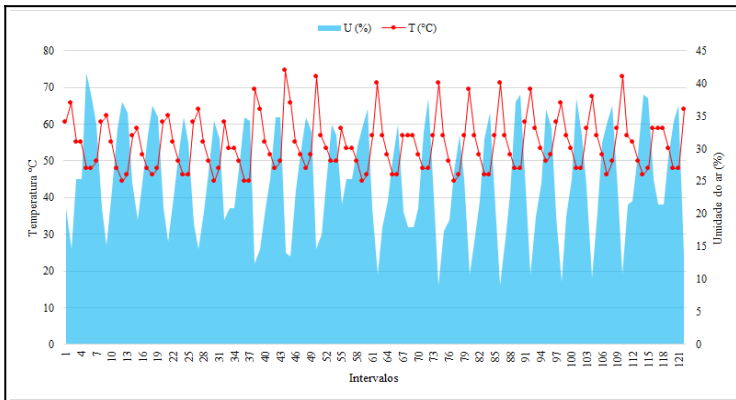
De acordo com Silva et al. (2020) a alface apresenta sensibilidade às variações de temperatura durante sua germinação, sendo a faixa entre 20 a 30 °C considerada ideal. O plástico empregado na cv. Moana auxiliou na regulação da temperatura e umidade mantendo-a constante, o que favoreceu a uma maior indução na germinação, encurtamento do tempo e homogeneidade.

A condução das alfaces germinadas para formação de mudas após a emergência foi realizada apenas para cv. Moana do dia 22 de setembro a 10 de outubro de 2021, perfazendo um total de 21 dias. Através do sensor DHT11 acoplado no sistema de automação, foi observado uma temperatura máxima de 42 °C às 15:00 horas, mínima de 25 °C às 3:00 horas e uma média do ar de 30,63 °C. A umidade máxima foi de 74% às 3:00 horas, mínima de 16% às 19:00 horas e a umidade média 44,92%. Sistemas de

automação tradicionais “temporizadores” não possuem esta capacidade, não sendo possível obter informações do local através de sensores. Mariano Júnior, Ferreira e Canato (2020) demonstraram o emprego do sensor DHT11 para monitoramento da temperatura e umidade em ambiente sob cultivo hidropônico e verificou que seu uso é efetivo para aquisição de dados ou automação.

A possibilidade de adequar a automação às características locais de diversas maneiras possíveis, e ainda coletar dados do clima e outros, somente é possível com o emprego de tecnologias como o Arduino. Os dados de temperatura e umidade são importantes para o manejo e assim o bom desenvolvimento do vegetal. Na Figura 4 é possível observar a variação da temperatura e umidade ao longo da produção das mudas coletadas pelo sensor DHT11.

Figura 4 – Variação da temperatura (°C) e umidade do ar (%) durante a produção das mudas cv. Moana (22/09 a 13/10/2020) em intervalos de 4 horas pelo sensor DHT11



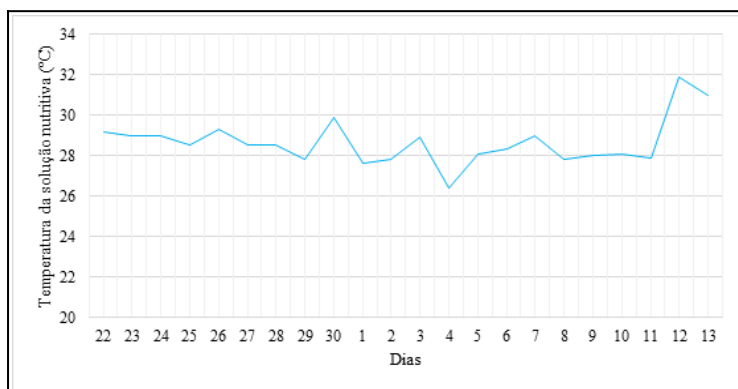
Fonte: Autores.

Verifica-se que conforme há um aumento na temperatura ocorre um decréscimo na umidade do ar, os horários com maiores

temperaturas registradas foram às 15:00 horas e umidade às 3:00 horas, inversamente, com menores temperaturas às 3:00 horas e 19:00 horas respectivamente. Favarato et al. (2018) relatam que a alface cultivada sob diferentes coberturas de solo há variação da temperatura e umidade do ar ao longo do dia, com aumento da temperatura das 5:00 horas às 11:00 horas e diminuição das 13:00 horas às 23:00 horas. Apesar de em hidroponia não se fazer o uso do solo, a temperatura e umidade continuam a afetar o desenvolvimento vegetal.

Segundo Taiz et al. (2017) a umidade do ar é importante no processo de evapotranspiração, maiores déficits de saturação de água na atmosfera contribuem para maior taxa evapotranspiração, e assim absorção de água e nutrientes. A Figura 5 apresenta a variação da temperatura da solução nutritiva mensurada com instrumento EC-3587 1 às 8:00 horas.

Figura 5 – Variação da temperatura da solução nutritiva (°C) ao longo da produção de mudas de alface cv. Moana (22/09 a 13/10/2020) às 8:00 horas

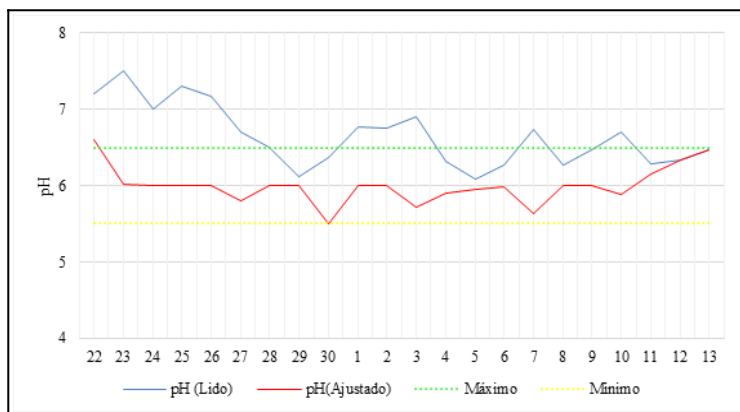


Fonte: Autores.

Segundo Bezerra Neto (2017) a correção do pH e CE durante a produção deve ser realizada objetivando manter o pH

entre a faixa ideal de 5,5 e 6,5 e a condutividade entre 0,8 e 1 dS m⁻¹. O monitoramento constante se faz necessário, apesar da leitura desses dados terem sido registrada manualmente, a aquisição através de sensores acoplados ao Arduino também é possível, o que otimizaria o processo. A Figura 6 apresenta a variação do pH lido e o pH ajustado ao longo dos dias de produção, enquanto, a Figura 7 demonstra a variação da CE lida e ajustada.

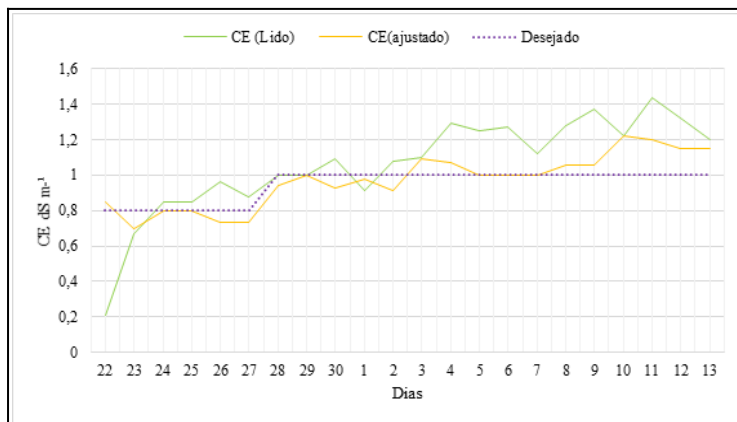
Figura 6 – Variação do pH(lido) e pH(ajustado) ao longo da produção de mudas de alface cv. Moana (22/09 a 13/10/2020)



Fonte: Autores.

A variação do pH e CE ao longo dos dias ocorre devido a uma série de fatores como: absorção de nutrientes, evaporação da água, temperatura dentre outros. O manejo da CE visa controlar a salinidade através da condutividade, assim, como ser um indicador para reposição dos nutrientes extraídos. O controle do pH objetiva garantir que todos os nutrientes estejam disponíveis para absorção pelo vegetal na faixa ideal 5,5 a 6,5.

Figura 7 – Variação da CE (lida) e CE (ajustada) ao longo da produção de mudas de alface cv. Moana (22/09 a 13/10/2020)



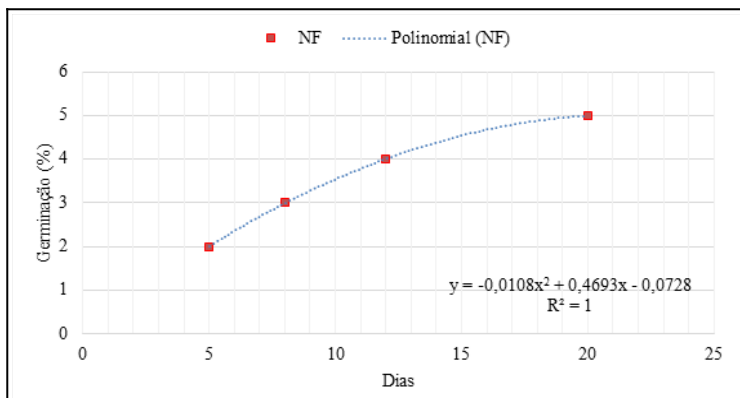
Fonte: Autores.

As mudas ideais para transplante da alface geralmente apresentam cinco folhas completas após 30 dias do cultivo (BEZERRA NETO, 2017). Segundo Cordeiro et al. (2018) a fibra de coco proporciona um desenvolvimento satisfatório das mudas de alface, e sugere que na produção de mudas em fibra de coco, se utilize uma concentração da solução não superior a 50% da CE. As mudas de alface cv. Moana cultivadas em fibra de coco não apresentaram inconformidade em sua qualidade. A Figura 8 apresenta o surgimento das folhas ao longo dos dias e a Figura 9 as mudas cv. Moana com 24 dias após a semeadura.

O sistema de automação com Arduino Uno não apresentou inconsistências, operando conforme o desejado, o que demonstra sua viabilidade, podendo ser empregado em projetos de maior produção de mudas. Nesse sentido, a fibra de coco pode garantir a germinação satisfatória, e absorção da solução nutritiva aplicada via ascensão capilar através da mesa de germinação. Os ciclos de irrigação controlados pelo sistema de automação com Arduino demonstrou ser eficaz, sendo possível produzir mudas de alface

de qualidade para serem empregadas em hidroponia de forma barata e simples.

Figura 8 – Surgimento das folhas de alface cv. Moana do dia 14 de setembro a 22 de outubro de 2021



Fonte: Autores.

Figura 9 – Mudanças da alface cv. Moana com 24 dias após a semeadura



Fonte: Autores.

4. Considerações finais

A germinação e a condução das mudas são essenciais para o bom desempenho do sistema hidropônico, o que garanti quantidade e qualidade das mudas. A fibra de coco demonstrou ser um excelente substrato para germinação e produção de mudas de alface em cultivo hidropônico, para as cv. Rafaela e Moana testadas. O monitoramento do pH e CE deve ser realizado diariamente, seu controle deve ser realizado sempre que atingir níveis críticos.

O sistema de automação com Arduino Uno demonstra ser uma alternativa para controle de circulação da solução nutritiva em sistema hidropônico, assim como, obter o registro de dados sobre o clima quando associado a sensores e dispositivos de armazenamento de dados. Portanto, o pode ser utilizado como uma tecnologia para automação de sistemas hidropônicos e monitoramento de dados climáticos no cultivo.

Referências

ARAÚJO, Emmanoella Costa Guaraná; SILVA, Thiago Cardoso; LIMA, Tarcísio Viana de. Efeitos alelopáticos de *sesbania virgata* (cav.) Pers na germinação de sementes de alface. **Revista Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.101-109, 2018.

<https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/771>. Acesso em: 12 nov. 2021.

BARON, Luiz Carlos *et al.* Desenvolvimento e avaliação da viabilidade técnica de dispositivos para automação hidropônica. **Almanaque multidisciplinar de Pesquisa**. Universidade Unigranrio, v.8, n.1., p.188-210, 2021. Disponível:

<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/amp/article/view/6689/3443>. Acesso: 12 nov. 2021.

BEZERRA NETO, E. *et al.* **Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidade: Hidroponia**. 2. ed. Pernambuco: CREA, 2017. 88 p.

CORDEIRO, C. J. X. *et al.* **Qualidade de mudas de alface produzidas em fibra de coco com diferentes soluções nutritivas**. *In*: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4; CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO (CONIRD), 26; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE (SBS), 3. [S.l.], 2018. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180721012730id_/http://www.inovagri.org/anais/TC1310115.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

FAVARATO, Luiz Fernando *et al.* Variação térmica e umidade relativa do ar em diferentes coberturas de solo no cultivo da alface. *In*: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 18; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 8 – UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA, 2018, [S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.]: Incaper, 2018. p. 1-4. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3549/1/0493-0179-01.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

FLOSS JÚNIOR, O. *et al.* Uso de substratos alternativos no sistema hidropônico e a influência na produção de mudas de lactuca sativa. **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v. 6, n. 10, p. 77728-77743, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n10-268>. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/18188/14689>. Acesso em: 19 out. 2021.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 1998. 30 p.

MARIANO JÚNIOR, L.; FERREIRA, M. A.; CANATO, R. L. C. J. **Interciência e Sociedade**, Mogi Guaçu, v.5, n.2, p.356-375, 2020. Disponível em:

<http://revista.francomontoro.com.br/intercienciaesociedade/article/view/165/121>. Acesso em: 06 nov. 2021.

LABORIAL, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 48, p. 174-186, 1976.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Journal Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARQUES, I. C. S.; VIEIRA, L. P.; COSTA, P. A. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; ROCHA, A. C.; OLIVEIRA, F. A. **Produção de alface em fibra de coco fertirrigada com solução salina em diferentes frequências de irrigação**. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4 ; CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO (CONIRD), 26; III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE (SBS), 3. [S.], 2018. Disponível em:

<https://web.archive.org/web/20180721175113id/http://www.inovagri.org/anais/TC1490173.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

MORAIS, Igor Batista *et al.* Desenvolvimento de mudas de alface em função de substratos alternativos. **Revista Pubvet**, v.12, n.8, p.1-5, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n8a150.1-5>. Acesso em: 21 out. 2021.

NASCIMENTO, Warley Marcos; CANTLIFEE, Daniel J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Revista Horticultura Brasil**. [S.l.], v. 20, n.1, p.103-106, 2002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/hb/a/vsjY4PTdnDh4yXF5ZqSYqsx/?>

[lang=pt](#). Acesso em: 21 out. 2021.

RODRIGUES, I. O. *et al.* Produção de mudas de alface cv. “Stella-Manteiga” em diferentes combinações de substratos e recipientes alternativos. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara**. v. 2, n.3, p.47-55, 2020.

Disponível em:

<http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital/article/view/131/68>. Acesso em: 21 out. 2020.

SILVA, C. D. *et al.* Temperaturas e regulador de crescimento na germinação de sementes de alface. **Revista cultura agrônômica**, Ilha

Solteira, v.29, n.3, p.337-347, 2020. Disponível em:

https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/24468355.2020v29n3p337-347/pdf_2. Acesso em: 23 out. 2021.

SOUSA, José Cláudio de Oliveira *et al.* Combinações de substratos alternativos na germinação de sementes de alface (*Lactuca Sativa L.*). **Revista Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.14, n.25, p.311, 2017. Disponível em:

<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agnar/combinacoes%20de%20substratos.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2020.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

XAVIER, J. de. F. *et al.* Soluções nutritivas salinizadas com cloreto de sódio no cultivo de alface cressa em sistema hidropônico. **Journal Research, Society and Development**, [S.l.], v.10, n.14, 2021. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20437/19846>.

Acesso em: 09 dez. 2021.