

SENSORES DE BAIXO CUSTO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA CULTURA DA RÚCULA

LOW-COST SENSORS AND WATER AVAILABILITY IN ARUGULA CULTIVATION

SENSORES DE BAJO COSTE Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO DE RÚCULA

João Angelo Silva Nunes¹
Priscilla Cardoso Martins²,
Luiz Carlos Silva Saccoman³

1

RESUMO: As hortaliças, por apresentarem alta sensibilidade ao déficit ou excesso de água no solo, exigem manejo hídrico preciso para garantir produtividade e qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar sensores de umidade do solo de baixo custo (HW80, HW390 e HD38) e níveis de reposição hídrica (50, 70 e 90% da capacidade de campo) na rúcula. O experimento foi conduzido em estufa no IFRO, Campus São Miguel do Guaporé, em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições. A irrigação por gotejamento foi automatizada via microcontrolador Arduino. Avaliaram-se variáveis morfológicas, massa fresca e seca da parte aérea, teor de água nas plantas e comprimento radicular. A altura de plantas e o número de folhas não foram influenciados pelos fatores. O teor de água foliar apresentou resposta quadrática em função da umidade do solo, com valor máximo de 91,84% em 65,46% da disponibilidade hídrica. Para produção de massa fresca e seca da parte aérea houve interação entre os fatores, com maiores médias utilizando o sensor HW80 nas disponibilidades de 70 e 90% da disponibilidade hídrica. O sensor HW80 também proporcionou incremento de 65,6% no comprimento radicular.

Palavras-chave: Agricultura digital. *Eruca sativa*. manejo da água.

¹ Doutor em agronomia. Docente no Instituto Federal de Rondônia, campus São Miguel do Guaporé.

² Zootecnista pela Universidade Federal de Rondonópolis.

³ Discente do curso Técnico em Agricultura no Instituto Federal de Rondônia, campus São Miguel do Guaporé.

ABSTRACT: Vegetable crops, being highly sensitive to soil water deficits or excesses, require precise water management to ensure productivity and quality. The objective of this study was to evaluate low-cost soil moisture sensors (HW80, HW390, and HD38) and water replenishment levels (50, 70, and 90% of field capacity) for arugula. The experiment was conducted in a greenhouse at IFRO, São Miguel do Guaporé Campus, using a randomized block design in a 3x3 factorial arrangement with four replications. Drip irrigation was automated via an Arduino microcontroller. Morphological variables, shoot fresh and dry mass, plant water content, and root length were evaluated. Plant height and the number of leaves were not influenced by the factors. Leaf water content showed a quadratic response to soil moisture, peaking at 91.84% at 65.46% water availability. Regarding shoot fresh and dry mass production, there was an interaction between the factors, with the highest averages observed using the HW80 sensor at 70% and 90% water availability. The HW80 sensor also resulted in a 65.6% increase in root length.

Keywords: Digital agriculture. *Eruca sativa*. water management.

RESUMEN: Las hortalizas, debido a su alta sensibilidad al déficit o exceso de agua en el suelo, requieren un manejo preciso del agua para asegurar la productividad y la calidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar sensores de humedad del suelo de bajo costo (HW80, HW390 y HD38) y niveles de reposición de agua (50, 70 y 90% de la capacidad de campo) en rúcula. El experimento se realizó en un invernadero en IFRO, Campus São Miguel do Guaporé, en un diseño de bloques aleatorizados en un esquema factorial 3x3, con cuatro repeticiones. El riego por goteo se automatizó mediante un microcontrolador Arduino. Se evaluaron variables morfológicas, peso fresco y seco de la parte aérea, contenido de agua en las plantas y longitud de la raíz. La altura de la planta y el número de hojas no se vieron influenciados por los factores. El contenido de agua de las hojas mostró una respuesta cuadrática en función de la humedad del suelo, con un valor máximo de 91,84% al 65,46% de disponibilidad de agua. Para la producción masiva de brotes frescos y secos, se observó una interacción entre los factores, con promedios más altos al usar el sensor HW80 con una disponibilidad de agua del 70 % y del 90 %. El sensor HW80 también proporcionó un aumento del 65,6 % en la longitud de la raíz.

Palabras clave: Agricultura digital. *Eruca sativa*. gestión del agua.

INTRODUÇÃO

As condições de umidade do solo são de extrema importância para o desenvolvimento e crescimento das culturas, tanto o excesso ou a deficiências de água são fatores decisórios para a obtenção de alta produtividade e qualidade no produto final. A utilização de sensores é um dos meios mais precisos para acompanhar o conteúdo de água no solo, essa tecnologia e sua aplicação vem trazendo várias contribuições ao meio agrícola (ABREU et al., 2018). Entre os métodos de determinação de umidade do solo pode se dividir em duas categorias, que são os métodos diretos e métodos indiretos.

O método direto mais utilizado para determinar a umidade do solo é o método gravimétrico, tido como padrão. Embora altamente preciso, a utilização deste método torna-se

insuficiente para o manejo da irrigação, tendo em vista que este método só é capaz de fornecer a umidade do solo após 24h em estufa a 105°C, o que torna o processo trabalhoso não possibilitando repetições (LIMA et al., 2018).

Em razão da complexidade da utilização do método direto, comumente emprega-se os métodos indiretos na programação da irrigação para obtenção da umidade do solo em tempo real. Com o avanço tecnológico de sensores, existem diversos equipamentos com o emprego de técnicas distintas, no intuito de identificar o teor de umidade do solo de forma contínua (FERNANDES et al., 2024).

A utilização de sensores de baixo custo torna a tecnologia e a automação em sistemas de irrigação acessível para pequenos e médios produtores, que muitas vezes não possuem recursos para investir em sistemas caros, democratizando assim o acesso a inovações tecnológicas e possibilitando a adoção de práticas agrícolas avançadas nestas propriedades agrícolas.

Para fins de automação, o Arduino destaca-se por ser uma plataforma de baixo custo, capaz de realizar inúmeras operações. Além de possuir um ambiente de desenvolvimento intuitivo e compatível com diversos sistemas operacionais (CUNHA, 2022). No entanto, o uso dessa plataforma associado a sensores de monitoramento da umidade do solo ainda é pouco difundido entre os agricultores, sendo necessário realizar testes e calibrações desses equipamentos para que se possa obter dados precisos e representativos (PATRICIO et al., 2024).

3

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça folhosa da família Brassicaceae de ciclo curto porte baixo, folhas relativamente espessas, divididas, tenras com nervuras verde arroxeadas (FILGUEIRA, 2008) que vem ganhando espaço na preferência dos consumidores do Brasil (OLIVEIRA et al., 2013) e o cultivo desta hortaliça vem se expandido consideravelmente entre os pequenos e médios horticultores (SILVA R. T. et al., 2012).

Por ser uma cultura sensível à redução da água disponível no solo, a quantificação adequada do nível crítico de água passível de utilização pela cultura é de extrema importância (NUNES et al., 2014a). Em geral as hortaliças têm seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo (KOETZ et al., 2013). A deficiência de água normalmente é o fator mais limitante para a obtenção de alta produtividade com produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial.

Neste contexto, objetivou-se avaliar sensores de umidade do solo de baixo custo e níveis de reposição de água na produção da cultura da rúcula.

MÉTODOS

O experimento foi conduzido com a cultura da Rúcula, cultivar Cultivada, em estufa na área didático experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus São Miguel do Guaporé. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com três umidades de reposição de água (50, 70 e 90% da umidade da capacidade de campo) e três sensores de umidade do solo (HW80, HW390 e HD38), com quatro repetições, totalizando 36 parcelas experimentais.

O solo utilizado no experimento foi coletado na camada de 0,0-0,20 m de profundidade. A calagem e a adubação foram realizadas de acordo com análise de solo (Tabela 1). O solo foi coletado, destorroado e peneirado em malha de 4 mm, sendo posteriormente realizada a correção do solo para elevação da saturação por bases para 80%, permanecendo incubado por um período de 30 dias.

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica na camada de 0,0-0,20 m de profundidade.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	SB	CTC	V	M.O.	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	mg dm ⁻³												
5,26	1,4	36,5	0,96	0,22	0,57	3,52	1,28	5,37	23,79	17,5	706,0	78,6	215,4

4

A capacidade máxima de armazenamento de água pelo solo foi determinada a partir de um ensaio com três vasos com perfurações na sua parte inferior, contendo, cada vaso 1300 g de solo. Esses vasos foram imersos em água até a saturação do solo (24 horas), sendo em seguida suspensos para drenagem do excesso de água. Ao cessar a drenagem (48 horas), os vasos foram novamente pesados e por diferença de peso obteve-se a máxima capacidade de retenção de água no solo.

Para calibração dos sensores foram utilizados três modelos de sensores de umidade, um de cada modelo, HW80 (resistivo), HW390 (resistivo) e HD38 (capacitivo). Os dados de umidade do solo registrados pelos sensores foram enviados para um microcontrolador UNO Atmega328, os quais eram visualizados no monitor serial do Arduino por meio de um computador e em seguida anotado em planilha eletrônica.

As sementes de rúcula foram semeadas diretamente nos vasos e quando atingiram quatro folhas definitivas foram desbastadas, deixando apenas uma planta por unidade experimental (vaso).

Na ocasião do plantio o solo foi adubado com 240 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 180 mg dm⁻³ de K₂O, tendo como fonte o superfosfato simples e cloreto de potássio (KCl), respectivamente. A

adubação nitrogenada (200 mg dm^{-3}) teve como fonte a uréia, sendo a mesma realizada em cobertura e dividida em duas partes iguais, aos 7 e 14 dias após a semeadura.

O sistema de irrigação adotado foi de irrigação localizada por gotejamento, sendo que as fitas gotejadoras serão instaladas com o espaçamento entre os vasos, permitindo a irrigação individual de cada parcela experimental. Até o sétimo dia após a emergência (DAE) a irrigação foi realizada diariamente de forma manual, com finalidade de manter o solo com umidade de 80% da capacidade de campo. Entre 7 e 15 DAE a irrigação foi realizada por meio da leitura dos sensores de umidade. Após 15 DAE a irrigação foi realizada de forma manual até 21 DAE, ocasião em que foi realizada a coleta do experimento.

Para cada tratamento de umidade do solo foi utilizado sensor em apenas uma parcela experimental, sendo as demais irrigadas sempre que esta parcela apresentou a umidade indicada para irrigação, ou seja, o fornecimento de água foi realizado sempre que os sensores identificaram a umidade do solo programada para o acionamento ou desarme do sistema de irrigação. Os sensores de umidade foram instalados no centro de cada parcela experimental, com leitura na profundidade de 0,05-0,10m, o sistema de irrigação foi montado conforme Figura 1.

Os sensores controlados pelo microcontrolador Arduino receberam um código (sketch) escrito na linguagem de programação baseada em C, responsável por realizar as leituras de umidade do solo e acionar/desativar a bomba de água no interior do reservatório de água. Cada tratamento foi irrigado com uma única bomba de água submersa, modelo de 12V, totalizando 9 bombas.

5



Figura 1. Disposição do gotejador na parcela experimental.

Fonte: Nunes et al. (2026).

Na ocasião da colheita da cultura da rúcula foram realizadas as seguintes avaliações:

- Número de folhas comerciais (und planta^{-1}): Número de folhas em condições de serem comercializadas por planta, ou seja, não apresentam danos e em tamanho adequado.

- Comprimento de raízes (cm): O comprimento de raízes foi obtido por meio da lavagem das raízes e medição com régua graduada. Após a lavagem das raízes, foi medida do colo (região do corte da parte aérea) até a extremidade da raiz utilizando régua com escala de 0,1 cm.

- Massa fresca da parte aérea (g): massa total das folhas da parcela experimental na ocasião da colheita da cultura.

- Massa seca da parte aérea (g): massa total das folhas da parcela experimental após secagem em forno micro-ondas, sendo realizada várias secagens até obtenção de massa constante.

- Teor de água nas plantas: determinado através da diferença de massas (Equação 1).

$$U = [(MFPA - MSPA)/MFPA] \times 100 \quad (1)$$

em que,

U – teor de água na parte aérea (%);

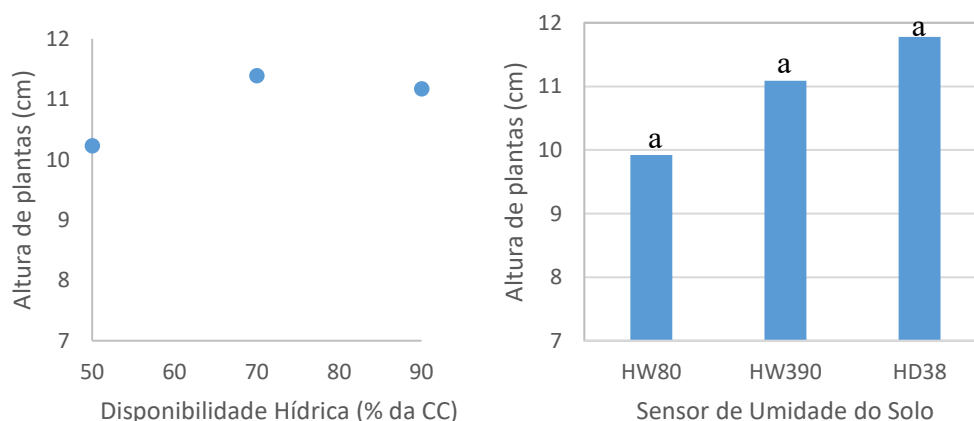
MFPA – massa de matéria fresca da parte aérea (g); e

MSPA – massa de matéria seca da parte aérea (g).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativo foram realizados testes de Tukey e de regressão até 5% de probabilidade, com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis número de folhas e altura de plantas de rúcula não houve, dentro do intervalo experimental, diferença significativa para nenhum dos fatores avaliados, também não havendo efeito da interação entre a umidade de reposição de água no solo e os sensores de umidade do solo (Figura 2).



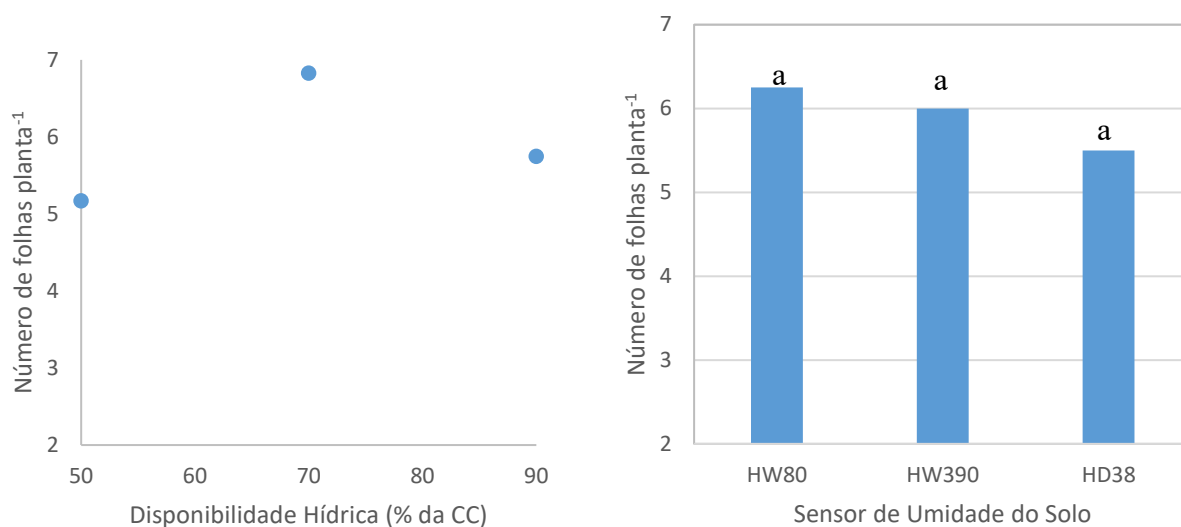


Figura 2. Altura de plantas da cultura da rúcula em função da disponibilidade hídrica (A) e sensor de umidade do solo (B) e número de folhas da cultura da rúcula em função da disponibilidade hídrica (C) e sensor de umidade do solo (D). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($< 0,05$).

Fonte: Nunes et al. (2026).

A ausência de diferença significativa para a altura de plantas (média de 10,93 cm) e para o número de folhas (média de 5,92 folhas planta⁻¹) em resposta aos níveis de disponibilidade hídrica e aos diferentes sensores de umidade do solo indica que, dentro do intervalo experimental avaliado, os níveis definidos não atingiram o limite de estresse hídrico capaz de comprometer estes componentes estruturais na cultura da rúcula.

Estes resultados demonstram que, mesmo no tratamento com de maior intervalo entre a reposição de água, a lâmina de água foi suficiente para manter o crescimento vegetativo equivalentes aos tratamentos com reposição de água mais frequente. O crescimento vegetativo da rúcula não foi limitado pelas variações de umidade nem pelo tipo de sensor utilizado no manejo da irrigação.

Esse resultado pode ser atribuído ao ciclo curto da cultura da rúcula, bem como ao período de efetivo aplicação dos tratamentos avaliados, associado ao volume do sistema radicular, sendo que neste experimento foi avaliado apenas o comprimento de raízes, o qual não apresentou diferença significativa em função da reposição de água. Além disso, a falta de diferença estatística entre os sensores de umidade do solo utilizados demonstra que os modelos utilizados resultaram em acionamento da de forma semelhante.

Nunes et al. (2014b) ao avaliarem a disponibilidade hídrica variando entre 25 e 125% da umidade da capacidade de campo observaram que as plantas de rúcula da cultivar Apiciatta

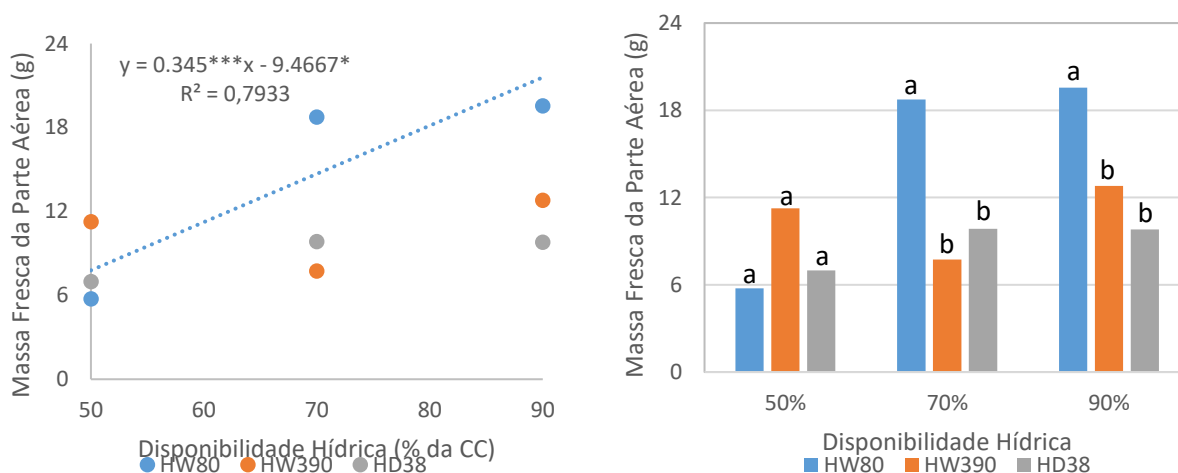
Folha Larga apresentou maior altura de plantas com o solo a 76,73% da sua máxima disponibilidade hídrica, que proporcionou uma altura de 26,89 cm. Já em relação ao número de folhas a disponibilidade hídrica de 75,29% da máxima capacidade de retenção de água apresentou melhores resultados. Tanto para altura quanto para número de folhas estes autores observaram que a resposta foi com efeito de regressão quadrática.

Souza (2023) ao avaliar o número de folhas e a altura de plantas de rúcula submetidos a lâminas de irrigação variando entre 50 e 150% da capacidade de campo, observaram maiores valores nas lâminas de 102,4 e 110,5% da capacidade de campo, respectivamente.

Para as variáveis massa fresca e massa seca da parte aérea de plantas de rúcula houve efeito da interação entre a umidade de reposição de água no solo e os sensores de umidade do solo (Figura 3).

Analisando o desdobramento da disponibilidade hídrica para os sensores utilizados, apenas com o sensor HW 80 foi observada diferenças entre os intervalos de reposição de água para a variável massa fresca e massa seca da parte aérea na cultura da rúcula, apresentando regressão linear crescente, ou seja, dentro do intervalo experimental, para ambas as variáveis foi observada na disponibilidade hídrica de 90% da capacidade de campo.

Porém ao analisar o desdobramento dos sensores para cada nível de disponibilidade hídrica, observou-se que nos níveis de reposição de água de 70 e 90%, as parcelas irrigadas com acionamento por meio do sensor HW80 apresentaram maior produção de tanto de massa fresca quanto de massa seca da parte aérea de plantas de rúcula, quando comparado com os demais sensores.



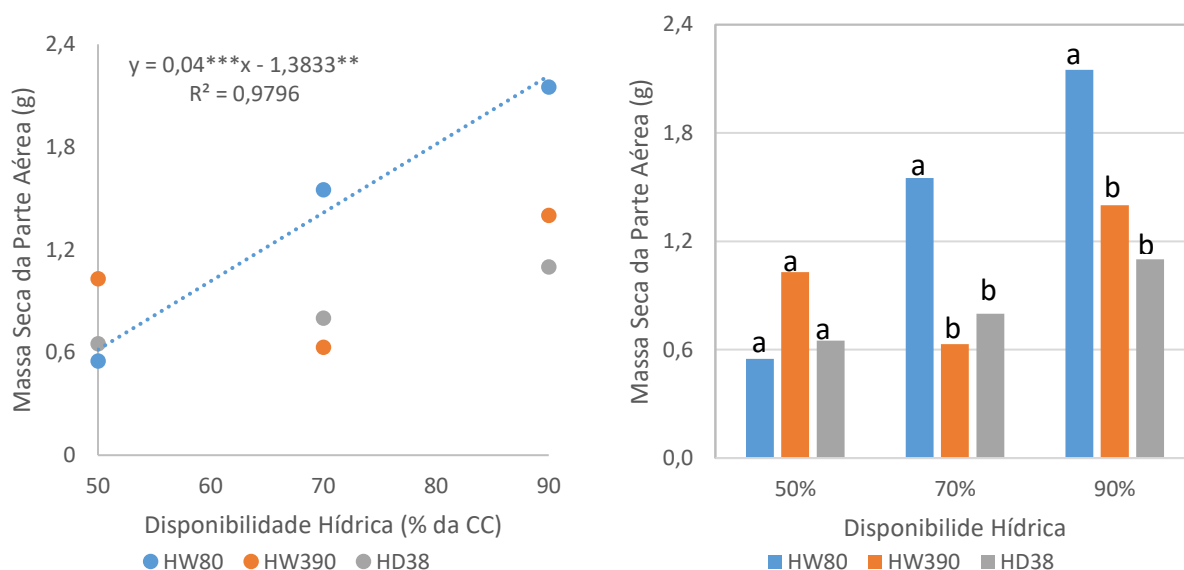


Figura 3. Massa fresca da parte aérea de plantas da cultura da rúcula em função da disponibilidade hídrica (A) e sensor de umidade do solo (B) e massa seca da parte aérea de plantas da cultura da rúcula em função da disponibilidade hídrica (C) e sensor de umidade do solo (D). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($< 0,05$). *, ** e *** significativo a 5, 1 e 0,1%, respectivamente.

Fonte: Nunes et al. (2026).

Ao avaliarem o desenvolvimento inicial da cultura do brócolis em diferentes disponibilidades hídricas (20, 40, 60 e 80% da água disponível no solo), Rodrigues et al. (2013) observaram maior produção de matéria fresca com 80% da água disponível no solo, decrescendo a produção para essa variável a medida em que se reduziu a água disponível para a cultura. Já Araújo et al. (2010) apresentaram uma equação linear para descrever a resposta da massa de matéria fresca de plantas de alface cv Veronica em função das lâminas de irrigação e concluíram que a cultura responde a elevadas lâminas de irrigação.

Em relação a produção de massa seca da parte aérea Araújo et al. (2018) ao avaliarem lâminas de água variando de 20 a 100% da ET_c , não observaram diferença na produção de massa seca nos tratamentos entre 20 e 80% da ET_c .

Para a variável teor de água em plantas de rúcula não houve, dentro do intervalo experimental, diferença significativa para os sensores de umidade do solo utilizados, houve efeito significativo apenas para a umidade de reposição de água no solo (Figura 4). O teor de água nas plantas de rúcula apresentou curva de regressão quadrática, com teor máximo de 91,84%, observado na disponibilidade hídrica de 65,49%. O teor de água médio nas plantas de rúcula foi de 90,48%.

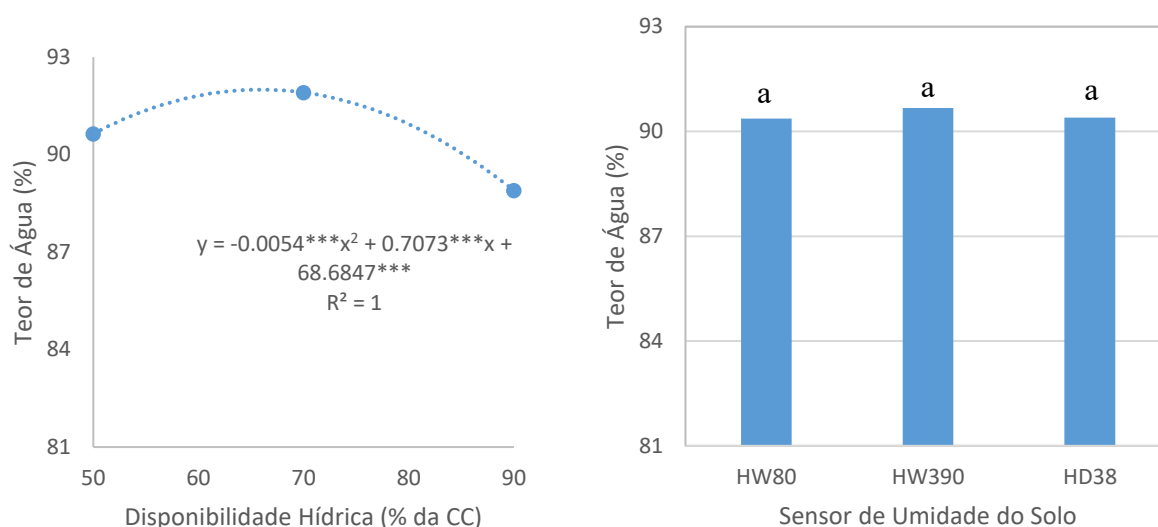


Figura 4. Teor de água de plantas da cultura da rúcula em função da disponibilidade hídrica (A) e sensor de umidade do solo (B). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($< 0,05$). *** significativo a 0,1%, respectivamente.

Fonte: Nunes et al. (2026).

Nunes et al. (2014a) observaram que o teor de água em plantas de rúcula em função de disponibilidades hídricas, teve diferenças significativas em seus valores, sendo a umidade que correspondeu a 65,53% da capacidade de campo dos vasos foi a que proporcionou maiores valores de teor de água na cultura, sendo observada uma umidade nas plantas de 91,94%, valores bem semelhantes aos observados no presente estudo.

Silva A. O. et al. (2012) ao avaliarem a cultura da rúcula fertirrigada em sistema hidropônico do tipo NFT em diferentes níveis de salinidade observaram que o máximo teor de água da parte aérea foi de 86,596 e 86,28% para os tratamentos água salina e com NaCl, respectivamente.

Silva et al. (2013) ao avaliarem o teor de água na parte aérea de duas cultivares de beterraba submetidas a tensões de água no solo entre 15 e 75 KPa, observaram que o teor de água na parte aérea das plantas apresentou modelo linear decrescente, com máximo teor de água dentro do intervalo experimental de 91,02 e 93,74% para as cultivares Early Wonder e Itapuã, respectivamente.

Para a variável comprimento de raiz de plantas de rúcula não houve, dentro do intervalo experimental, diferença significativa para a umidade de reposição de água no solo, houve efeito significativo apenas para os sensores de umidade do solo utilizados (Figura 5).

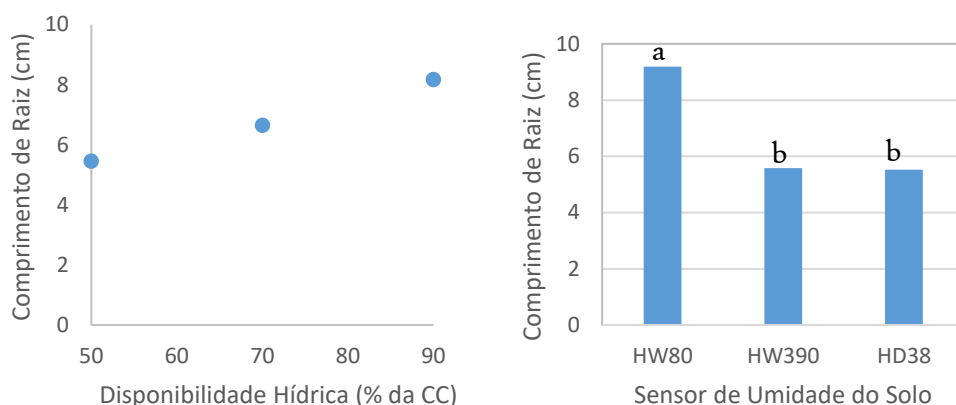


Figura 5. Comprimento de raiz de plantas da cultura da rúcula em função da disponibilidade hídrica (A) e sensor de umidade do solo (B). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($< 0,05$).

Fonte: Nunes et al. (2026).

O sensor de umidade do solo que resultou em maiores valores de comprimento radicular da cultura da rúcula foi o HW80, apresentando um incremento de 65,6% ao se comparar com a média dos outros dois modelos de sensores utilizados no presente estudo.

Em relação ao comprimento de raízes, Araújo et al. (2018) ao avaliarem lâminas de água variando de 20 a 100% da ETc, não observaram diferença no comprimento de raízes nos tratamentos entre 20 e 80% da ETc e da mesma forma não observaram diferença no comprimento de raízes nos tratamentos entre 40 e 100% da ETc.

CONCLUSÃO

A altura, número de folhas e comprimento de raiz não é alterada com os níveis de umidade, e o máximo teor de água na planta é observado com disponibilidade hídrica de 65,49% da capacidade de campo.

O sensor HW80 garantiu a maior produção de massa seca e fresca da parte aérea nas faixas de disponibilidade hídrica de 70% e 90% da capacidade de campo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Rondônia e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio por meio do EDITAL Nº 3/2025/REIT - PROPESP/IFRO, DE 10 DE JUNHO DE 2025.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. T.; LEAL, A. F.; CORRÊA, F. R.; LIRA, P. R.; DURAN, C. B.; SOARES, F. C. Calibração do sensor capacitivo ECH₂o EC-5 para dois tipos de solo. In: Anais... 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - Santana do Livramento, 2018
- ARAÚJO, B. A.; DEMONTIÊZO, F. L. L.; ARAÚJO, D. A.; SILVA, E. S.; VALNIR JÚNIOR, M.; MOREIRA, F. J. C. Desenvolvimento de *Eruca sativa* L. sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, 2018; 12(4): 2731-2739.
- ARAÚJO, W. F.; SOUZA, K. T. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; OLIVEIRA, G. A. Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. Revista Caatinga, 2010; 23(4): 115-120.
- CUNHA, K. C. B.; ROCHA, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, 2015; 1(2): 62-74.
- FERNANDES, C. N.; PEREIRA, A. J.; ROCHA, L. A. L.; PEREIRA, R. A. P.; PAI, A. D.; FRANCO, J. R.; PAI, E. D. Avaliação e calibração do sensor de umidade do solo YL-69 de baixo custo em três texturas de solo. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2024; 22(10): 01-22.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria, 2019; 37(4): 529-535.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Editora UFV, 2008. 412p.
- KOETZ, M.; SANTOS, C. S. A.; BEZERRA, M. D. L.; MENEZES, P. C.; BONFIM-SILVA, E. M. Influência do volume de reposição de água no desenvolvimento e produtividade da cultura do rabanete. Enciclopédia Biosfera, 2013; 9(17): 1732-1743.
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; KOIDE, S.; MEDEIROS, R. Avaliação do desempenho de sonda de capacitância no monitoramento da umidade de latossolos do cerrado em condições de campo. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2012; 17(1): 23-32.
- NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M. Disponibilidades hídricas do solo no desenvolvimento de rúcula em ambiente protegido. In: Anais... XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014, 9p. 2014b.
- NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M. Disponibilidades hídricas do solo em plantas de rúcula: produção e teor de água na planta. In: Anais... XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014, 8p. 2014a.
- OLIVEIRA, F. A.; SOUZA NETA, M. L.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Desempenho de cultivares de rúcula sob soluções nutritivas com diferentes salinidades. Revista Agro@mbiente On-line, 2013; 7(2): 170-178.

PATRICIO, E. A.; CARNEIRO, A. A. C.; GOMES, C. A. N.; MEIRELES, A. C. M.; C. W.; MENEZES, S. M. Calibração de sensor para monitoramento da umidade do solo. *Irriga*, 2024; 29: 155-161.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; HOTT, M. O.; REIS, E. F.; TEIXEIRA, A. G. Desenvolvimento inicial de brócolis em diferentes disponibilidades hídricas. *Enciclopédia Biosfera*, 2013; 9(17): 1041-1050.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F. E KLAR, A. E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. *Water Resources and Irrigation Management*, 2013; 2(1): 27-36.

SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. *Irriga*, 2012; 17(1): 114-125.

SILVA, R. T.; OLIVEIRA, F. A.; SOUZA NETA, M. L.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, R. C. A.; PAIVA, E. P. Índice de clorofila na cultura da rúcula submetida diferentes salinidades na solução nutritiva. *ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 2012; 8(3): 90-94.

SOUZA, T. W. O. M. Produção da rúcula sob diferentes lâminas de irrigação e substratos na região dos tabuleiros costeiros. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2023, 32 f.