



**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE RÚCULA E
PRODUTIVIDADE EM CULTIVO ORGÂNICO**

*EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF ROCKET SEEDS AND
PRODUCTIVITY IN ORGANIC CULTIVATION*

Hammady Ramalho e Soares

Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3475-3417>
E-mail: hresoares@hotmail.com

Adiel Felipe da Silva Cruz

Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8571-6125>
E-mail: felipe.adiel@gmail.com

Taina Araújo Nery da Cunha

Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-6979-7153>
E-mail: tainaexercitobrasileiro@gmail.com

Amaro Joaquim Ferreira Filho

Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6262-2598>
E-mail: amaroferreira1@hotmail.com

Nadjane Maria Vasconcelos de Freitas

Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2326-037X>
E-mail: nadjane.freitas@gmail.com

Antônio Ricardo Santos de Andrade

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5302-110X>
E-mail: ricoarsa@gmail.com

Submetido: 20 jul. 2023.

Aprovado: 28 ago. 2023.

Publicado: 6 set. 2023.

E-mail para correspondência:

hresoares@hotmail.com

Resumo: A qualidade das sementes de hortaliças é importante devido aos altos investimentos na implantação e durante o processo produtivo de forma que o sucesso depende do estabelecimento do estande adequado para cada cultura. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico em sementes de rúcula e a produtividade em campo das plantas submetidas a doses de urina bovina combinadas com adubações orgânicas à base de esterco bovino e compostagem. Os experimentos foram realizados na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Em laboratório o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, com quatro repetições, constituído por três cultivares (Agatha, Folha Larga e Giovana) e três temperaturas de germinação 15, 20 e 35 °C, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em campo o delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 2, com quatro repetições e os tratamentos consistiram de seis doses de urina bovina (20, 40, 60, 80, 100, 120 mL) e aplicações de adubação orgânica à base de esterco bovino curtido e compostagem. Foram avaliados teor de água, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação além do peso do maço, diâmetro do caule, comprimento de folhas e a produtividade. Verificou-se que as sementes da cv. “Agatha” apresentaram melhor potencial fisiológico. E o aumento das doses de urina bovina utilizando



a compostagem proporcionou incremento no peso do maço, diâmetro de caule, comprimento de folhas e produtividade das plantas em campo.

Palavras-chave: Germinação. Produção orgânica. Sustentabilidade ambiental. *Eruca sativa* L.

Abstract: The quality of vegetable seeds is important due to the high investments in implantation and during the production process, so that success depends on the establishment of the appropriate stand for each culture. In this context, the objective of this work was to evaluate the physiological potential of rocket seeds and the field productivity of plants subjected to doses of bovine urine combined with organic fertilizers based on bovine manure and compost. The experiments were carried out at the Federal University of the Agreste of Pernambuco (UFAPE). In laboratory, the experimental design was completely randomized in a 3 x 3 factorial scheme, with four replications, consisting of three cultivars (Agatha, Folha Larga e Giovana) and three germination temperatures of 15, 20 and 35 °C, the means being compared by Tukey's test at 5% probability. In the field, the experimental design was in randomized blocks in a 6 x 2 factorial scheme, with four replications and the treatments consisted of six doses of bovine urine (20, 40, 60, 80, 100, 120 mL) and organic fertilizer applications to based on tanned cattle manure and compost. Water content, germination percentage, germination speed index and average germination time were evaluated, as well as bunch weight, stem diameter, leaf length and productivity. It was found that the seeds of cv. "Agatha" showed better physiological potential. And the increase in the doses of bovine urine using compost provided an increase in the weight of the bunch, stem diameter, leaf length and plant productivity in the field.

Keywords: Germination. Organic production. Environmental Sustainability. *Eruca sativa* L.

Introdução

A rúcula (*Eruca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa rica em vitamina A e C e sais minerais, sendo bastante consumida no Brasil, principalmente na forma crua como nas saladas. Suas folhas são tenras possuindo um sabor característico. A crescente produção de rúcula no país pode ser explicada pela diversificação no consumo de hortaliças nos últimos anos ⁽¹⁾.

A nova tendência na agricultura é produzir mais alimentos de forma sustentável, visando à segurança alimentar e a viabilidade econômica com técnicas que utilizem fontes orgânicas de nutrientes como é o caso da urina e o esterco bovino e a compostagem que apresentam viabilidade na adubação orgânica, pois, são fontes de nutrientes mineralizados como o N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Na, Cl, Co e Mo e nesse contexto, surge a importância da produção orgânica de hortaliças através dos princípios da agroecologia na aquisição de alimentos com o uso responsável de recursos naturais, precavendo a



degradação e a contaminação do solo e água, contribuindo para o desenvolvimento sustentável ⁽²⁾ ⁽³⁾.

A utilização de fontes de adubos orgânicos na produção de hortaliças pode representar uma alternativa viável, preservando o meio ambiente e agregando valor ao produto, ainda, substitui o uso desordenado de adubos solúveis convencionais que podem propor riscos em grandes proporções ao meio ambiente, além destes fertilizantes serem de fontes finitas encontradas na natureza ⁽⁴⁾.

A determinação do potencial fisiológico das sementes deve ser realizada de forma eficaz através de testes de vigor, pois, sementes de alta qualidade devem ser capazes de germinar rápido e de forma uniforme características estas fundamentais para se ter um melhor estabelecimento das plantas em campo e, conseqüentemente, uma alta produtividade ⁽⁵⁾.

Diversas pesquisas têm mostrado os efeitos do potencial fisiológico das sementes ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾ ⁽⁹⁾, contudo, para serem utilizadas em cultivos orgânicos com urina e o esterco bovino e a compostagem são incipientes, principalmente, relacionados com a produtividade da cultura da rúcula.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico em lotes de sementes de rúcula cultivares (Agatha, Folha Larga e Giovana) e a produtividade em campo das plantas submetidas a doses de urina bovina combinadas com adubações orgânicas à base de esterco bovino e compostagem.

Metodologia

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Produção Vegetal e Análise de Sementes em fevereiro de 2019 e em campo no período de julho a agosto do mesmo ano na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), localizada nas coordenadas geográficas 8° 53' 25" S, longitude 36° 29' 34" W, e altitude de 822 m conforme o sistema SIRGAS 2000 (Sistema de Referencia Geocêntrico para las Américas).

O delineamento experimental utilizado no primeiro experimento foi inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 3, constituído por três cultivares (Agatha, Folha Larga e Giovana) e três temperaturas de germinação. As sementes foram mantidas em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) regulado a 10, 20 e 35 °C e sob fotoperíodo de 12 h. Para cada tratamento



foram utilizadas 80 sementes, dispostas em 4 repetições de 20, totalizando 36 parcelas experimentais.

Durante todo o período experimental, as sementes permaneceram embaladas em sacos de papel Kraft e armazenadas em câmara fria e seca a 10°C e 50% de umidade relativa do ar. Foram avaliadas sementes de três cultivares de rúcula (Agatha, Folha Larga e Giovana) as quais foram obtidas junto a empresas nacionais produtoras de sementes produzidas no ano agrícola de 2017/2018. As avaliações foram efetuadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes ⁽¹⁰⁾.

O teor de água foi obtido pelo método da estufa, a 105±3°C, por 24 horas, utilizando-se duas subamostras para cada lote, sendo os resultados expressos em porcentagem, base úmida ⁽⁹⁾.

A porcentagem de germinação (% G) foi calculada em função da relação entre o número de sementes germinadas e o número total de sementes colocadas para germinar.

O índice de velocidade de germinação (IVG; sementes/dias) foi determinado registrando-se diariamente o número de sementes germinadas até o último dia avaliado e calculado pela metodologia proposta por Maguire ⁽¹¹⁾. Sendo consideradas as plântulas emergidas que apresentaram os cotilédones totalmente livres.

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_N/N_N$$

Em que: IVG – índice de velocidade de germinação; G1, G2 e GN – Número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2 e NN – Número de dias após a implantação do teste.

O tempo médio de germinação e a velocidade média de germinação foram determinados pela metodologia proposta por Labouriau ⁽¹²⁾.

O tempo médio de germinação em dias (TMG; dias) foi calculado pela fórmula:

$$TMG = \frac{(\sum N_i T_i)}{\sum N_i}$$

Em que: TMG – Tempo médio de germinação; Ni – Número de sementes germinadas num intervalo de tempo; Ti – Intervalo de tempo de germinação.



Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando constatados efeitos significativos procedeu-se a análise ao teste de comparação de médias por meio do teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Foram coletadas amostras de solo da área experimental na profundidade de 0 a 20 cm e levadas para o laboratório de fertilidade do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), com parceria da Embrapa solos no município de Recife - PE para a realização da caracterização química do solo utilizado na pesquisa apresentando os seguintes parâmetros: pH = 4,20, P = 40 em mg/dm³, (K = 0,15, Ca = 4,60, Al = 1,20 e Mg = 1,70) expressos em Cmolc/dm³.

Para testar o efeito das doses de urina bovina e adubações orgânicas foi utilizada a cultura da rúcula cv. "Agatha" no segundo experimento. As mudas foram obtidas por meio do semeio em bandejas de 128 células utilizando-se duas sementes por célula, sendo utilizado na produção das mudas o substrato fibra de coco. Aos 15 DAS foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por célula.

Para o experimento em campo foram instalados canteiros com dimensões de 1,70 m de largura por 5,50 m de comprimento com área total de 9,35 m², onde os tratamentos consistiram de seis doses de urina bovina e duas aplicações de adubação orgânica à base de esterco bovino curtido e compostagem. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 2, com quatro repetições totalizando 48 parcelas experimentais. Cada parcela foi representada por canteiros medindo 1,0 m de largura por 1,5 m de comprimento, com uma área total de 1,5 m².

Aos 20 dias após a semeadura (DAS), realizou-se o transplante para as unidades experimentais onde teve o início a aplicação dos tratamentos. O espaçamento adotado entre fileiras foi de 30 cm e entre plantas foi de 30 cm. Para a aplicação dos tratamentos foram utilizadas seis doses de urina bovina (20, 40, 60, 80, 100, 120 mL) diluído em 10 litros de água ao longo do ciclo da rúcula que correspondeu a 60 dias após o transplante das mudas (DAT).

A análise da urina bovina utilizada no experimento foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco e apresentou a seguinte composição química: N = 11.975, P = 97, K = 2.567, Ca = 5,5, Mg = 350, S = 47, Fe = 4,2, Mn = 4,1, Cu = 3, Zn = 7, B = 115, Na = 2.010 e Cl = 1.800 expressos em (mg L⁻¹).

As fontes complementares utilizadas na adubação orgânica no experimento foram o esterco bovino e compostagem onde os mesmos foram aplicados de forma incorporada aos canteiros em todas as parcelas experimentais na quantidade de 1 kg m^{-2} no intervalo de 5 dias, ou seja, 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60 dias após o transplante de mudas (DAT) ⁽¹³⁾.

Com base na matéria seca, o esterco apresentou as seguintes características: pH em água (1:2,5) = 7,9; N = 1,6%; P = 0,7%; K = 0,6%; Ca^{+2} = 1,3%; Mg^{+2} = 0,5%; S = 0,3%; C.O. = 9,0%; C/N = 4,9; Zn = 193 mg dm^{-3} ; Fe = 31.998 mg dm^{-3} ; Mn = 1.185 mg dm^{-3} ; Cu = 49 mg dm^{-3} ; B = 21 mg dm^{-3} ; Cd = 0 mg dm^{-3} ; Pb = $0,0\text{ mg dm}^{-3}$; Ni = $16,5\text{ mg dm}^{-3}$ e Cr = $35,5\text{ mg dm}^{-3}$. Portanto, via esterco, foi colocado o equivalente, em kg ha^{-1} : N = 439; P = 154; K = 199; Ca = 308; Mg = 132; S = 99; Fe = 6,5; e, em g ha^{-1} : Zn = 38; Mn = 299; Cu = 12; B = 5,8; Ni = 4,6 e Cr = 8,3.

A caracterização química da compostagem utilizada como adubo orgânico no experimento com rúcula foi obtida por meio de análise (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química da compostagem utilizada como adubo orgânico no experimento com rúcula da área experimental da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE)

Material	M. O.	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C/N
	-----g/kg-----					
Arroz (cascas)	845,0	462,0	7,0	1,6	5,0	66/1
Bagaço de laranja	221,0	117,0	6,5	1,9	3,9	18/1
Borra de café	857,0	378,0	18,0	1,5	0,3	21/1
Capim-colonião	900,0	495,0	15	5,2	-	33/1
Esterco de galinha	530,0	300,0	30,0	46,0	17,8	10/1
Feijão guandu	939,0	514,0	19,0	6,0	10,8	27/1
Serrapilheira	290,0	153,0	9,0	0,7	1,7	17/1
Torta de usina de açúcar	687,0	428,0	21,6	21,3	11,0	

Fonte: Dos autores (2019).

Os tratos culturais empregados foram os defensivos orgânicos tais como a própria urina bovina e a calda de fumo para o controle fitossanitário.

O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento com espaçamento de 20 cm entre emissores, vazão de $1,5\text{ L h}^{-1}$, com pressão de serviço de 10 m.c.a., sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo. Para composição do sistema de irrigação foi utilizada uma caixa d'água de 5.000 L, uma bomba elétrica de $\frac{1}{2}\text{ cv}$ e uma válvula reguladora



de pressão de 10 m.c.a (98 kPa) inserida na saída da tubulação principal para manutenção da pressão de serviço nas linhas laterais.

O manejo de irrigação foi realizado estimando a evapotranspiração de referência (ET_o) de acordo com o método de Penman-Monteith e calculando a evapotranspiração da cultura utilizando o coeficiente de cultura (kc) proposto por Allen *et al.* ⁽¹⁴⁾.

A colheita foi realizada aos 60 DAT em cada parcela experimental obtendo-se os valores médios dos parâmetros avaliados. A massa fresca da parte aérea (MFPA, g) foi obtida com auxílio da balança de precisão (0,001 g) – mediante pesagem imediatamente após a colheita.

O diâmetro do caule (cm) foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital na base do colo, obtendo-se a média. O peso dos maços (ou dúzias de plantas) foi obtido em plantas com 15 a 20 cm de comprimento e expressos em (g) ⁽¹⁵⁾. A produtividade (kg m⁻²) foi calculada através do produto da massa de matéria fresca pelo número de plantas utilizadas em um metro quadrado. O comprimento de folhas (limbo + pecíolo) foi obtido com auxílio de uma fita métrica nos tratamentos e expressos em cm.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando constatado efeito significativo para os tratamentos (fator quantitativo) aplicou-se a análise de regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância do modelo de regressão, no maior valor do coeficiente de determinação, significância dos parâmetros e explicação biológica. As análises foram realizadas com auxílio de um software estatístico Sisvar ⁽¹⁶⁾ em nível de 0,05 de probabilidade.

Resultados e Discussões

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 2, verificou-se que no experimento em laboratório, os parâmetros teor de água, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, foram influenciados pela interação dos fatores (Cultivares x Temperaturas).

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente às variáveis teor de água (% H₂O) porcentagem de germinação (% G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG) em plantas de rúcula, cultivares (Agatha, Folha Larga e Giovana) expostas a diferentes temperaturas de germinação (10, 20 e 35 °C)

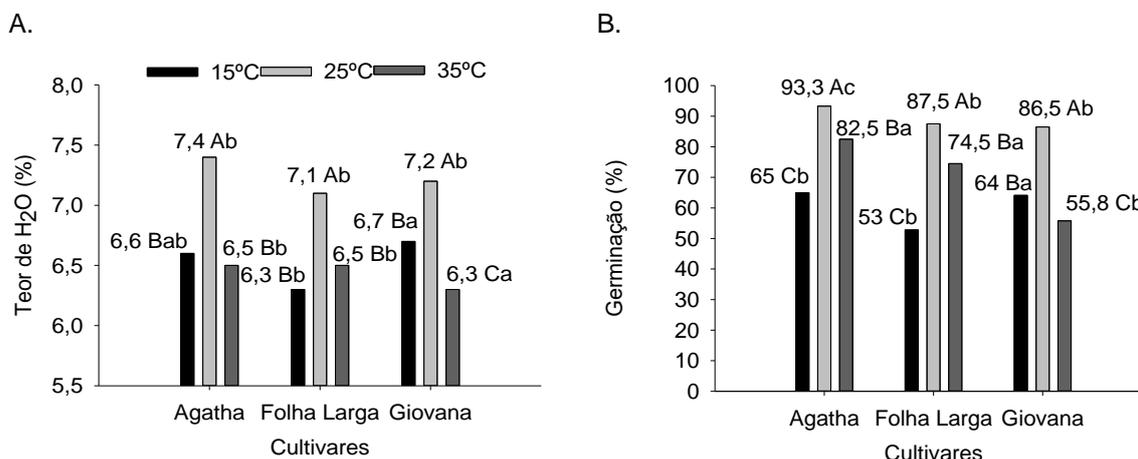
FV	GL	Quadrado médio			
		% H ₂ O	% G	IVG	TMG
Cultivares	2	3,320 ^{ns}	27,841 ^{**}	1,524 ^{ns}	23,280 ^{**}
Temperaturas	2	72,466 ^{**}	161,836 ^{**}	96,574 ^{**}	26,849 ^{**}
Cultivares x Temperaturas	4	2,854 [*]	18,331 [*]	2,731 [*]	3,167 [*]
Resíduo	27	0,030	15,404	0,266	0,087
CV(%)		2,59	5,34	7,68	16,4

* e ** - Significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. % H₂O – Teor de água; % G – Porcentagem de germinação; IVG – Índice de velocidade de germinação; TMG – Tempo de médio de germinação; ns – Não significativo.

Fonte: Dos autores (2019).

O desdobramento das interações significativas da análise de variância para o teor de H₂O e o percentual de germinação com diferentes cultivares e temperaturas encontram-se representados na Figura 1.

Figura 1. Teor de H₂O (A) e percentual de germinação (B), em sementes de cultivares de rúcula submetida a diferentes temperaturas. As médias seguidas por letras diferentes apresentam diferenças significativas em 0,05 de probabilidade (maiúsculas correspondem às temperaturas e minúsculas às cultivares)



Fonte: Dos autores (2019).



Os resultados obtidos para o teor de H₂O e percentual de germinação evidenciaram efeitos significativos da interação ($p < 0,05$) entre cultivares e temperaturas. Constatou-se que na temperatura de 25°C ocorreu maior teor de H₂O (Figura 1A) e de percentual de germinação (Figura 1B) nas cultivares Agatha, Folha Larga e Giovana, respectivamente.

Observou-se aumento de 4,1% no teor de água para a cultivar Agatha na temperatura de 25°C em relação a cv. Folha Larga e um aumento de 2,7% em relação a cultivar Giovana (Figura 1A). Por outro lado, constata-se que houve aumento da ordem de 6,2% na mesma temperatura no percentual de germinação para a cv. Agatha em relação a cultivar Folha Larga e um aumento de 7,2% em relação a cultivar Giovana (Figura 1B).

Na temperatura de 15°C com a cv. Agatha, os resultados obtidos para o teor de água nas sementes de rúcula ocorreu redução de 4,5% em relação a cv. Folha Larga e aumento de 1,5% em relação a cv. Giovana na mesma temperatura (Figura 1A). Para o percentual de germinação na mesma temperatura constata-se para a cv. Agatha uma redução de 18,5% em relação a cv. Folha larga e redução de 1,6% em relação a cv. Giovana (Figura 1B).

Na temperatura de 35°C constataram-se os mesmos valores para o Teor de H₂O nas cultivares Agatha e Folha Larga, respectivamente. Por outro lado, ocorreu redução de 3,2% em relação a cv. Giovana na mesma temperatura (Figura 1A). Para o percentual de germinação na mesma temperatura constata-se para a cv. Agatha redução de 9,7% em relação a cv. Folha larga e redução de 47,8% em relação a cv. Giovana (Figura 1B).

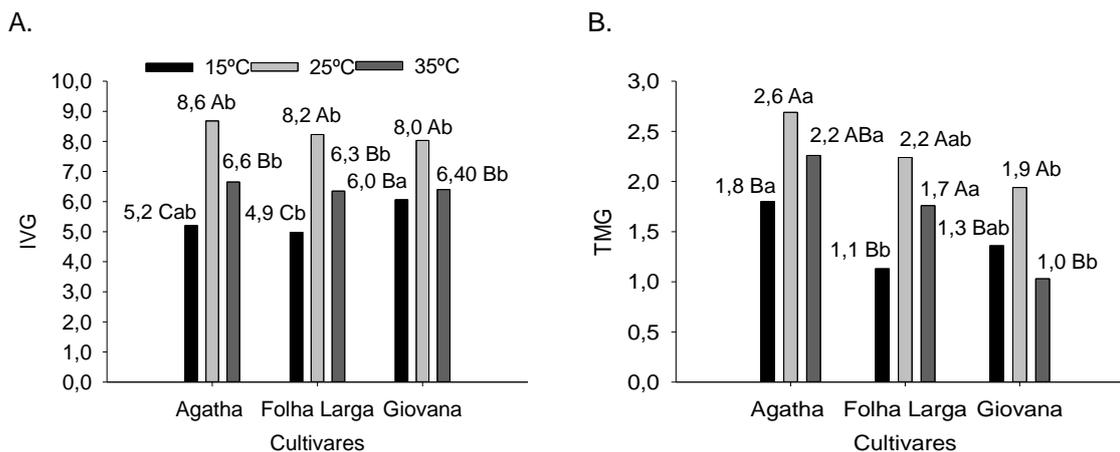
O conjunto de informações provenientes dos testes de laboratório para o teor de H₂O e percentual de germinação, nas temperaturas de 15, 25 e 35°C, permitiram identificar o potencial fisiológico das sementes de rúcula nas cultivares Agatha, Folha Larga e Giovana, respectivamente. Constatou-se que o teor de água (grau de umidade) variou entre 5,0 e 6,8%, valores estes que estão dentro do limite tolerável para obtenção de resultados consistentes⁽¹⁷⁾. Esses resultados evidenciam que as cultivares de rúcula analisadas apresentam características bem distintas quanto as suas exigências em temperatura.

As sementes da cv. “Agatha” apresentaram maior percentual de germinação e maior teor de H₂O na temperatura de 25°C. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os obtidos por Steiner *et al.*⁽¹⁸⁾ que ao avaliarem a germinação de sementes de rúcula sob três temperaturas (10, 20 e 30°C), o percentual de germinação variou entre 88 a 98% para as cultivares “Cultivada”, “Gigante Folha Larga” e “Apreciatta”, respectivamente.

A temperatura atua diretamente sobre a velocidade de absorção de água e sobre as reações bioquímicas que estão envolvidas no processo de germinação ⁽¹⁹⁾, portanto, o percentual de germinação pode ser utilizado para identificar quais cultivares terão emergência mais rápida em campo, que por sua vez, minimiza as condições adversas que podem ocorrer durante o processo de germinação e no estabelecimento de plântulas, por outro lado, as temperaturas de 15°C reduziram drasticamente a germinação desta espécie.

O desdobramento das interações significativas da análise de variância para o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação com diferentes cultivares e temperaturas encontram-se representados na Figura 2.

Figura 2. Índice de velocidade de germinação – IVG (A) e tempo médio de germinação – TMG (B), em sementes de cultivares de rúcula submetida a diferentes temperaturas. As médias seguidas por letras diferentes apresentam diferenças significativas em 0,05 de probabilidade (maiúsculas correspondem às temperaturas e minúsculas às cultivares)



Fonte: Dos autores (2019).

Apesar de não diferirem estatisticamente entre si constatou-se que na temperatura de 25°C ocorreu maior índice de velocidade de germinação (Figura 2A) e de tempo médio de germinação (Figura 2A) nas cultivares Agatha, Folha Larga e Giovana, respectivamente. Observou-se aumento de 4,6% no IVG para a cultivar Agatha na temperatura de 25°C em relação a cv. Folha Larga e um aumento de 6,9% em relação a cultivar Giovana (Figura 2A). Por outro lado, constata-se que houve aumento da ordem de 15,3% na mesma temperatura



no tempo médio de germinação (TMG) para a cv. Agatha em relação a cultivar Folha Larga e um aumento de 26,9% em relação a cultivar Giovana (Figura 2B).

Na temperatura de 15°C com a cv. Agatha os resultados obtidos para o IVG ocorreu redução de 5,7% em relação a cv. Folha Larga e aumento de 15,3% em relação a cv. Giovana na mesma temperatura (Figura 2A). Para o tempo médio de germinação (TMG) na mesma temperatura constata-se para a cv. Agatha uma redução de 38,8% em relação a cv. Folha larga e redução de 27,7% em relação a cv. Giovana (Figura 2B).

Na temperatura de 35°C constatou-se redução de 4,54% para o IVG na cultivar Agatha em relação a cultivar Folha Larga e redução de 3,0% para o mesmo parâmetro avaliado na cv. Agatha em relação a cultivar Giovana, respectivamente (Figura 2A). Por outro lado, na mesma temperatura para o tempo médio de germinação na mesma temperatura constata-se para a cv. Agatha redução de 22,7% em relação a cv. Folha larga e redução de 54,5% em relação a cv. Giovana (Figura 2B).

O somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários é que define a qualidade da semente, e, que por sua vez, afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade, ou seja, afetam diretamente a sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizadas pelo percentual de germinação, teor de H₂O, vigor, longevidade, índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação ⁽²⁰⁾.

Verificou-se que as sementes da cv. “Agatha” apresentaram melhores resultados para o IVG e o TMG, nas temperaturas de 25°C, respectivamente. A temperatura representa um dos mais importantes fatores que influenciam a semente, alterando o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação, pois tende a influenciar a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas determinantes no processo germinativo ^{(21) (22)}.

Os resultados alcançados nesta pesquisa para o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) estão de acordo com aqueles encontrados por Steiner *et al.* ⁽²³⁾, pois, ao avaliarem a germinação de sementes de rúcula sob diferentes temperaturas 10, 20, e 35°C verificaram que temperaturas em torno de 20°C foi obtido melhores resultados para os mesmos parâmetros encontrados na presente pesquisa. Por outro lado, Oliveira e Barbosa ⁽²⁴⁾ avaliaram os efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis* e verificaram que o (IVG) foi maior nas temperaturas de 25 e 30 °C, com melhor (TMG) na temperatura de 30 °C. A temperatura



constante de 25 °C apresentou a melhor média de crescimento e produção de matéria seca e foi a mais adequada.

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 4 para a cv. “Agatha” observou-se que houve interação entre os fatores (Aplicações x Doses) e influenciaram significativamente ($p < 0,01$) o peso do maço, diâmetro do caule, comprimento da folha e a produtividade da rúcula.

Tabela 4. Resumo da análise de variância aplicada às variáveis produtividade e comprimento de folhas (CF) em plantas de rúcula cv. “Agatha” expostas a doses de urina de bovina e duas adubações orgânicas à base de esterco bovino curtido e compostagem aos 60 DAT

FV	GL	Peso do maço	Quadrado médio		Produtividade
			Diâmetro do caule	Comprimento de folha	
Bloco	3	4,660**	16,607**	91,494**	1,56 ^{ns}
Aplicações	1	176,948**	22,039**	4251,953**	174,94**
Doses	5	296,562**	49,542**	700,066**	19,46**
Aplicações x Doses	5	22,910**	6,563**	265,864**	19,84**
Resíduo	33	66,5808	0,0450	0,4292	0,317
CV(%)		5,27	7,60	3,07	12,94

* e ** = significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente – “ns” não significativo

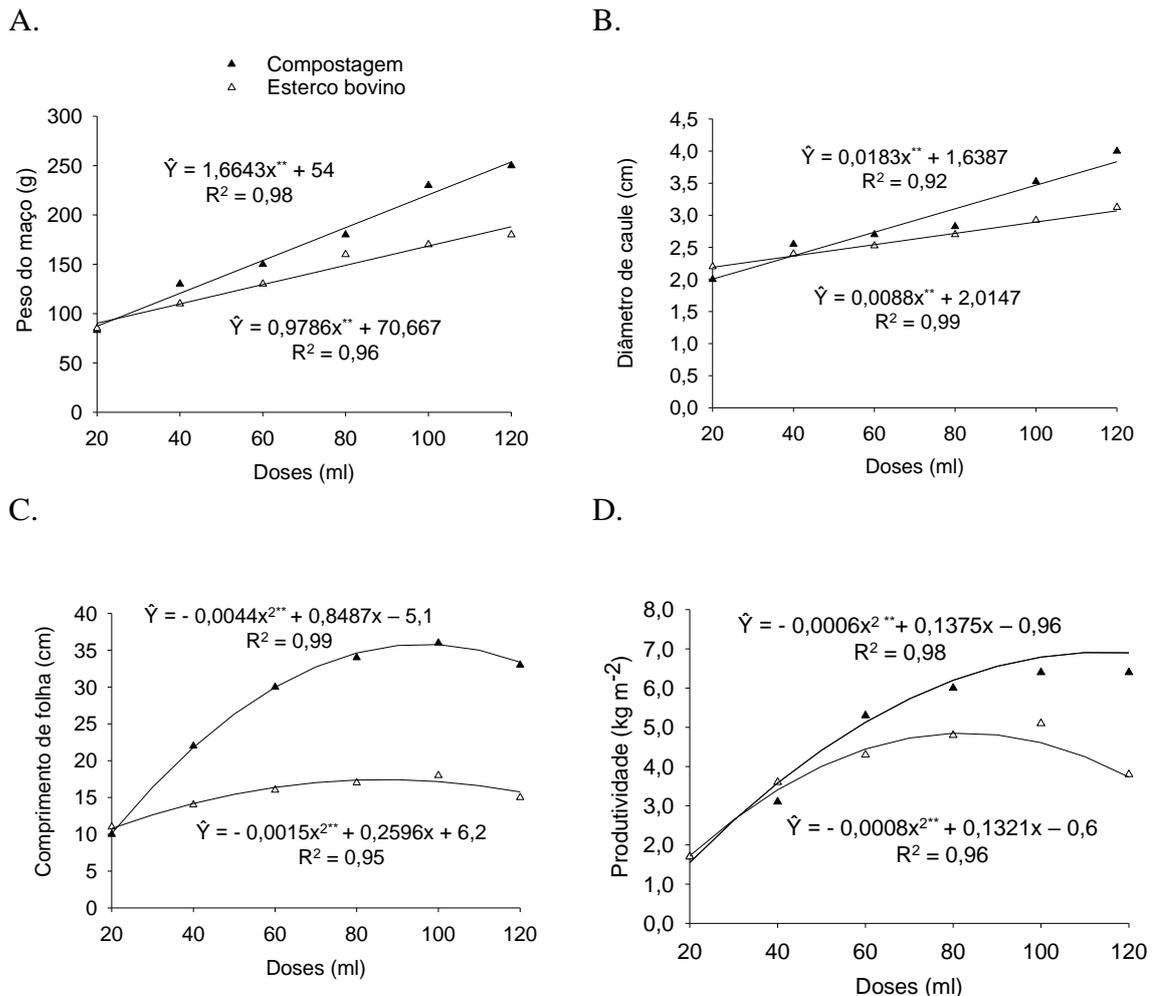
Fonte: Dos autores (2019).

Verificou-se de acordo com o modelo linear crescente o aumento da dose de 20 ml para 120 ml de urina bovina com adubação à base de compostagem proporcionou incrementos de 65,5 e 47,8% na produção de Peso do Maço (g) e Diâmetro de Caule (cm), respectivamente, por outro lado, com o mesmo aumento de dose de urina bovina com o uso de adubação à base de esterco bovino foram verificados incrementos de 52,0 e 28,6% para os respectivos parâmetros avaliados (Figura 2).

De acordo com a equação de regressão ajustada para os dados de Peso do Maço (Figura 2A) e Diâmetro do Caule (Figura 2B) verificaram-se valores da ordem de 253,7 g e 3,8 cm, respectivamente, na dose de 120 ml de urina bovina utilizando a compostagem como adubação, resultados estes 65,5 e 47,8% maiores que o observado quando se utilizou a dose de 20 mL que apresentou valores estimados de 87,2 g e 2,0 cm para o Peso do Maço e o Diâmetro do Caule, respectivamente. Esses resultados são semelhantes daqueles encontrados por Marangon ⁽²⁵⁾ onde verificou-se o acréscimo de 13,9 e 7,3% para o diâmetro do caule e do maço em mudas de alface submetidas a doses crescentes de urina de vaca. Já

Araújo *et al.* ⁽²⁶⁾ verificaram que o maior crescimento do diâmetro do caule ocorreu nas concentrações de 0,50 e 0,75% de urina de vaca na cultura da cebola.

Figura 3. Peso do maço (A), diâmetro de caule (B), comprimento de folha (C) e Produtividade da rúcula cv. “Agatha” submetida a doses de urina bovina e adubação orgânica.



Fonte: Dos autores (2019).

O aumento do Peso do Maço (g) e do Diâmetro do Caule (cm) em função de doses crescentes de urina bovina à base de adubação orgânica, em geral, proporcionou um efeito direto quando a urina forneceu nitrogênio para as plantas e indireto estimulando o crescimento das mesmas, possivelmente, a utilização da compostagem e esterco



bovino atuou na ativação da matéria orgânica presente, fomentando a estrutura, e a capacidade de retenção de água. Para Larcher ⁽²⁷⁾, o crescimento das plantas ocorre devido a energia que vem da atividade fotossintética, adubações e minerais de reserva. Assim, conforme Ferreira ⁽²⁸⁾, a urina de vaca além de ser usada como defensivo natural, é um biofertilizante rico em nutrientes, principalmente em N e K.

De acordo com o modelo quadrático estima-se valores de 35,8 cm para o comprimento de folha na dose de 96,4 ml utilizando a compostagem, por outro lado, utilizando o esterco bovino como adubo orgânico estima-se valores da ordem de 17,4 cm para o mesmo parâmetro na dose de 86,5 ml (Figura 2C).

O aumento do comprimento de folha pela utilização de doses crescentes de urina de vaca com a compostagem, que por sua vez, imita os processos de reciclagem da natureza, pode ser explicado em função da própria composição hormonal da urina de vaca. Segundo Pereira ⁽²⁹⁾ a urina de vaca possui em média 2,26 mg L⁻¹ ácido indolacético (AIA) e 13,66 mg L⁻¹ de giberelinas (GA₃) que são fitormônios responsáveis pelo alongamento celular e crescimento do caule das plantas, respectivamente. Resultados semelhantes foram descritos por Freire ⁽³⁰⁾ que ao analisarem os efeitos da utilização de urina de vaca e adubo orgânico na alface verificaram aumento na área foliar.

Em relação a produtividade em campo das plantas de rúcula cv. "Agatha" foi obtida na dose de 114,5 ml, de acordo com o modelo quadrático, valor estimado da ordem de 6,9 (kg.m⁻²) utilizando a compostagem como adubo orgânico. Por outro lado, na dose de 82,5 ml foi estimado valor da ordem de 4,8 (kg.m⁻²) utilizando o esterco bovino como adubo orgânico (Figura 2D). A utilização de doses crescentes de urina de vaca com a compostagem proporcionou maior produtividade em campo. Para as hortaliças folhosas que necessitam de nutrientes em tempo relativamente curto, a urina de vaca, proporcionou o suprimento de N para as plantas, levando em consideração que a liberação desse nutriente para as plantas está diretamente relacionada com a taxa de mineralização do material orgânico.

Resultados semelhantes foram descritos por Gadelha ⁽³¹⁾ ao avaliarem os efeitos da utilização da urina de vaca em hortaliça verificaram que 20 ml no solo na concentração de 0,86% proporcionou aumento de 10,3% na produtividade. Segundo Simões *et al.* ⁽³²⁾ a urina de vaca promoveu aumento de 60,2% na altura, 44,2% no diâmetro do caule e



186,5% e 415,4% na produção de biomassa seca na parte aérea e raízes das plantas de rúcula, respectivamente.

Considerações Finais

As sementes da cv. “Agatha” apresentaram melhor potencial fisiológico. A utilização de doses crescentes de urina bovina aumentou o peso do maço, diâmetro do caule, comprimento da folha e a produtividade da rúcula cv. “Agatha”. O aumento da dose de 20 ml para 120 ml de urina bovina com adubação à base de compostagem proporcionou incrementos de 65,5 e 47,8% na produção de peso do maço (g) e diâmetro de caule (cm), respectivamente. A utilização da compostagem como fonte de adubo orgânico proporcionou melhores resultados em campo para o comprimento da folha e a produtividade da rúcula cv. “Agatha”, com produtividade da ordem de 6,9 (kg.m⁻²) na dose de 114,5 ml de urina de vaca.

Referências

- 1 Souza Filho LN, Ganzo BS, Kreutzfeld L. Desempenho agrônômico de rúcula (*Eruca sativa* L.) em diferentes manejos da cobertura do solo. Rev Research, Society and Development. 2021;10(2):1-5. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12176>
- 2 Caixeta MM, et al. Desempenho da rúcula cultivada em diferentes modos de adubação. Rev Mirante. 2017;10,(2):191-200.
- 3 Oliveira FJL, et al. Teores clorofilianos, composição mineral foliar e produtividade da couve-manteiga adubada com urina de vaca. Rev Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. 2019; 2,(2):836-845.
- 4 Zhou J, et al. Organic-substitute strategies reduced carbon and reactive nitrogen footprints and gain net ecosystem economic benefit for intensive vegetable production. Journal of Cleaner Production. 2019; 225, 984-994.
- 5 Almeida AS, et al. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura. Rev Brazilian Journal of Development. 2020;6,(6):40985-40992.
- 6 Freitas RMO, et al. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. 2018;13,(4):1-6. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i4a5585>
- 7 Araújo AS, et al. Potencial germinativo de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L., Brassicaceae) em diferentes substratos. Rev Diversitas Journal. 2020;5,(3):1495-1503. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-860>



- 8 Ozden E, et al. Seed Vigour Evaluation of Rocket (*Eruca sativa* Mill.) Seed Lots. Rev Journal of the Institute of Science and Technology. 2020;10,(3):1486-1493. <https://doi.org/10.21597/jist.713180>
- 9 Carlos T, Silva L. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de alface (*Lactuca sativa* L) e rúcula (*Eruca sativa* M). Rev Scientific Eletronic Archives. 2021;14,(1):1-7. <http://dx.doi.org/10.36560/14120211183>
- 10 BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS. 395p.
- 11 Maguire JD. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Rev Crop Science. 1962;2,(2):176-177. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- 12 Labouriau LG. A germinação de sementes. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983.
- 13 Souza RB, Alcântara FA. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2008.
- 14 Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. (1998). Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements. FAO, 301p.
- 15 Trani PE, et al. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. Horticultura Brasileira. 1994;12,(1):25-29.
- 16 Ferreira DF. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. Revista Ciência Agrotécnica. 2011;35,(6):1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- 17 Marcos Filho J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ; 2005.
- 18 Steiner F, et al. Germinação de sementes de rúcula sob temperaturas adversas. Rev Horticultura Brasileira. 2009;27,(2):3991-3997.
- 19 Carvalho NM, Nakagawa J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP; 2000.
- 20 Carvalho DB, Carvalho RIN. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz envelhecimento acelerado e da luz. Acta Scientiarum Agronomy. 2009;31,(3):489-494. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i3.585>
- 21 Ferreira AG, Borghetti F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed; 2004.
- 22 Carvalho NM, Nakagawa J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP; 2012.



23 Steiner F, et al. Germinação de Sementes de Rúcula sob Diferentes Temperaturas. Rev Scientia Agrária. 2010;11,(2):119-124. <http://dx.doi.org/10.5380/rfa.v11i2.16456>

24 Oliveira AKM, Barbosa LA. Efeitos da Temperatura na Germinação de Sementes e na Formação de Plântulas de *Cedrela fissilis*. Revista Floresta. 2014;44,(3):441-450. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v44i3.33260>

25 Marangon RJ, et al. Urina de Vaca Influencia o Crescimento de Mudas de Alface Crespa no Sudoeste do Paraná? Rev Brasileira de Engenharia de Biosistemas. 2021;15,(1):142-153. <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n1p142-153>

26 Araújo JB, et al. Crescimento de Cebola 'Baia Periforme' em Função da Aplicação de Diferentes Doses de Biofertilizante, À Base de Urina de Vaca. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas. 2018;10,(2):84-93.

27 Larcher W. Ecofisiologia vegetal. Tradução C.H.B.A. PRADO. São Carlos: Rimas; 2004.

28 Ferreira E. A excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens tropicais. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ; 1995.

29 Pereira RGF. Estímulo da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface e de tomate. Tese (Doutorado). Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa/UFV; 2016.

30 Freire JLO, Lima IB. Aspectos morfológicos e produtivos de alfaces adubadas com urina oxidada de vaca e uso de cobertura com fibra de coco. Rev Scientia Naturalis. 2022;4,(1):118-130. <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-9>

31 Gadelha RSS, Celestino RCA, Shimoya A. Efeito da utilização de urina de vaca na produção da alface. Rev Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável. 2003;1. 179-182.

32 Simões LJ. Adubação Orgânica no Crescimento e Produção de Plantas de Rúcula. In: Sousa C, Sabioni SC. Tópicos Especiais em Estudos Agroecológicos na Região Sul da Bahia. São Paulo: Editora Científica Digital, 2021. p. 41-49.



10.31072/rcf.v14i2.1333

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



BY

Open Access