

Germinação de sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) submetidas a diferentes concentrações de biofertilizante a base de microrganismos eficientes

Jainny Juliany Mathias das Neves¹ e Danilo Camargo Santos²

¹ (UniSales) Centro Universitário Salesiano. Ciências Biológicas. Trabalho de Conclusão de Curso. Av. Vitória, 950. Vitória - ES, Brasil (CEP 29017-950). E-mail: jainnyjuliany2000@gmail.com.

² (UniSales) Centro Universitário Salesiano. Ciências Biológicas. Docente do curso de Ciências Biológicas. Mestre em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) pela UNESP. Vitória - ES, Brasil (CEP 29017-950). E-mail: danylus@gmail.com.

Resumo. O cultivo sustentável na produção agrícola mostra-se como uma das principais estratégias para aliar a alta produtividade com a conservação do meio ambiente. Dessa forma, o biofertilizante surge como uma alternativa para a substituição de insumos químicos, por se tratar de uma tecnologia econômica e natural capaz de assegurar maior vigor das plântulas. Neste contexto, esse trabalho objetivou avaliar a germinação de sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) da cultivar folha larga, com a aplicação de diferentes concentrações de biofertilizante a base de microrganismos eficientes. O biofertilizante foi produzido por meio da captura dos microrganismos no solo, durante 15 dias, na Trilha da Floresta em Construção do Parque Botânico Vale. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (1 x 5), referentes a uma espécie e cinco concentrações de biofertilizante (0; 5%; 10%; 15%; 20%) com três repetições cada. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa e entropia informacional. O uso do biofertilizante promoveu, de alguma forma, um decréscimo no percentual germinativo, juntamente do aumento no tempo médio de emergência das plântulas de rúcula donatella, bem como uma redução do índice de velocidade de germinação, havendo também alguma contribuição para uma melhor obtenção de comportamentos homogêneos na germinação.

Palavras-chave: Bioestimulante; Entropia Informacional; Hortaliça; Sustentabilidade.

Abstract. Germination of arugula donatella seeds (*Eruca sativa*) submitted to different concentrations of biofertilizer based on efficient microorganisms.

Sustainable cultivation in agricultural production is one of the main strategies to combine high productivity with environmental preservation. Thereby, the biofertilizer appears as an alternative for the replacement of chemical inputs, as it is an economical and natural technology capable of ensuring greater plant vigor. In this context, this work aimed to evaluate the germination of arugula donatella seeds (*Eruca sativa*) of broadleaf cultivar, with the application of different concentrations of biofertilizer based on efficient microorganisms. The biofertilizer was produced from the capture of microorganisms in the soil, during 15 days, on the Forest Trail under Construction in the Vale Botanical Park. The adopted experimental design was completely randomized, in a factorial scheme (1 x 5) referring to one species and five concentrations of biofertilizer (0; 5%; 10%; 15%; 20%) with three repetitions each. Were evaluated the germination percentage, mean germination time, germination speed index, relative frequency, and informational

entropy. The use of biofertilizer somehow promoted a decrease in the germination percentage, along with an increase in the mean time of emergence of the donatella rocket seedlings, as well as a reduction in the germination speed index, and there was also some contribution to a better achievement of homogeneous behavior in germination.

Keywords: Biostimulant; Informational Entropy; Vegetable; Sustainability.

Introdução

A rúcula (*Eruca sativa* L), conhecida popularmente como mostarda persa, é uma hortaliça da família Brassicaceae, sendo originária e muito cultivada na Ásia Ocidental e no sul da Europa (Mediterrâneo) (BORGES et al., 2014). É caracterizada como uma hortaliça herbácea vigorosa de porte pequeno e rápido crescimento vegetativo, podendo atingir 10 a 15 cm de altura, com ciclo de vida curto e boa tolerância ao pendoamento precoce. Suas folhas tenras de coloração verde-escura são, principalmente, apreciadas *in natura* em forma de saladas por proporcionar características marcantes no sabor e textura, apresentando um alto teor nutricional, sendo rica em proteínas, antioxidantes, vitaminas A, B, C e E, além de minerais como o ferro, potássio, ferro, cálcio e enxofre (SEDIYAMA et al., 2007; EVANGELISTA, 2008; THOMAS, 2013; BORGES et al., 2014; SHUBHA et al., 2019).

No mercado brasileiro de hortaliças, pôde-se observar um crescimento acentuado, desde meados da década de 90, quanto ao consumo da rúcula em relação a outras hortaliças folhosas (ALVES; SÁ, 2010; CARVALHO et al., 2012). De acordo com a Associação brasileira do comércio de sementes e mudas - ABCSEM (2016) e Abade e colaboradores (2019), entre os anos de 2013 a 2016 o cultivo desta folhosa apresentou um crescimento de 26%, somando um total de 61 toneladas de sementes comercializadas somente em 2016, tendo como espécie mais cultivada a *Eruca sativa* Miller e suas principais cultivares (Rúcula Cultivada e Folha Larga), estando elas entre as 50 hortaliças mais apreciadas no país. Logo o Brasil se destaca entre os maiores produtores e fornecedores de hortaliças do mundo (SAATH; FACHINELLO, 2018).

Dessa forma, a utilização de agentes químicos na agricultura foi sendo intensificada a fim de atender a demanda crescente por alimentos, gerando assim um ciclo vicioso de dependência do uso indiscriminado destes produtos para a produção agrícola (MEENA et al., 2017; HURTADO et al., 2019). Diante disso, um dos maiores desafios do setor agropecuário hoje é desenvolver produções em maior escala de forma sustentável, gerando o mínimo possível de resíduos nas diferentes fases operacionais da cadeia produtiva (SILVA; CORDEIRO; ROCHA, 2022).

Nesse contexto, a agroecologia tem recorrido ao uso da biodiversidade de microrganismos e de processos biológicos, a fim de contribuir com a estruturação do solo para uma melhor oferta de nutrientes necessários para a manutenção e sobrevivência das culturas (CAPORAL; COSTABEBER, 2004; ALTIERI, 2018). À vista disso, os agricultores estão sendo influenciados cada vez mais a um despertar da consciência ecológica, buscando meios para se distanciar do uso de insumos sintéticos dando preferência para a utilização de resíduos de material vegetal e animal em seus cultivos (insumos orgânicos), provenientes da transformação aeróbica ou anaeróbica, os nomeados biofertilizantes (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

A utilização de biofertilizantes surge então como uma alternativa mais sustentável, sendo o uso de microrganismos eficientes uma tecnologia mais acessível e de baixo custo para a realização da agricultura natural, desde a germinação de sementes

até a produção de mudas de espécies vegetais comercialmente importantes (BONFIM, 2011).

Os microrganismos eficientes são pequenos seres que vivem em solos férteis e em plantas, desempenhando funções importantes, como o processo de transformação e decomposição da matéria orgânica no solo e na ciclagem de nutrientes, atuando também como repelente de insetos-praga e controlador de doenças (BONFIM et al., 2011). A composição biológica desses organismos não é muito conhecida comercialmente, consistindo o grupo em mais de 10 gêneros e 80 espécies de microrganismos (actinomicetos, leveduras, bactérias fotossintetizantes e bactérias que produzem ácido láctico), sendo o seu uso intrigante, pois proporcionam nutrientes que as plantas carecem, contribuindo assim com a qualidade física e biológica do solo, juntamente do menor gasto de energia na produção, deixando o ambiente livre de resíduos químicos maléficos à saúde do produtor e do consumidor (BONFIM et al., 2011; RIVERA, 2014).

Portanto, esse trabalho objetivou avaliar a germinação de sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) da cultivar folha larga, com a aplicação de diferentes concentrações de biofertilizante a base de microrganismos eficientes.

Metodologia

Produção do Biofertilizante

Para a realização de todo o processo de preparo, coleta e ativação dos E.M., foi seguido o protocolo técnico descrito por Leite e Meira (2016), intitulado “Fichas Agroecológicas: Fertilidade do solo, nutrição de plantas, Número 31: Preparo de microrganismos eficientes (E.M)”, disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com adaptações quanto ao uso da bandeja e casca de bambu, sendo substituídas por uma caixa plástica de frutas para realizar o despejo da matéria-prima na mata, e também quanto ao uso de garrafas, sendo utilizados fermentadores caseiros para melhor auxílio no monitoramento do processo fermentativo.

A coleta dos Microrganismos Eficientes (E.M.) ocorreu no Parque Botânico Vale (Vitória - ES), localizado na Avenida dos Expedicionários, s/n - Jardim Camburi, (Latitude: 20°15'29.5" Sul, Longitude: 40°15'36.6" Oeste e altitude média de 31 m), onde foi realizada a incubação do material orgânico (arroz cozido não parboilizado) no solo da mata nomeada como Trilha da Floresta em Construção no dia 10 de junho de 2022, permanecendo no local durante 15 dias. O ambiente em questão apresenta solo argissolo amarelo distrocoeso de superfície rica em serrapilheira, e clima tropical, com inverno seco e chuvas de verão-outono (AW'), de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger o clima (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), sendo assim considerado um local adequado para a coleta dos microrganismos.

Após a finalização da produção do biofertilizante líquido, foi aferido o potencial hidrogeniônico (pH) por meio de uma fita teste medidora de pH, a fim de averiguar se a acidez ou basicidade da solução estava de acordo com a faixa de pH ideal para a disponibilidade dos nutrientes favoráveis a nutrição do embrião.

Desenho Experimental

O experimento de germinação foi desenvolvido com sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) da cultivar folha larga, entre o período de 21 de setembro a 19 de outubro de 2022 (28 dias) na Casa de Vegetação do Centro Universitário Salesiano (UniSales) (Vitória - ES), localizado na Avenida Vitória, 950 - Forte São João, (Latitude: 20°19'02.0" Sul, Longitude: 40°19'20.1" Oeste e altitude média de 6 m).

As sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) da cultivar folha larga da empresa Isla Sementes passaram por um processo prévio de seleção, em que foram escolhidas as que apresentavam maior prevalência de tons esverdeados. Posteriormente, foram distribuídas em 5 bandejas de Sementeiras Práticas ISLA (medindo 27 cm x 27 cm, com células de 3,8 cm x 3,8 cm com 3,5 cm de profundidade) preenchidas com terra vegetal da marca OrganoBom, sendo dispostas 4 sementes por célula a uma profundidade não superior a 0,5 cm e com um espaçamento de 1,0 cm x 1,0 cm por semente.

Para o teste de germinação utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial (1 x 5), referentes a uma espécie e cinco dosagens diferentes de biofertilizante, totalizando em 5 tratamentos com três repetições para cada um, contendo 40 sementes por repetição, perfazendo um total de 150 unidades experimentais (células).

Foram utilizadas cinco dosagens de biofertilizante a base de E.M.: T1: 0% controle (150 ml de água mineral), T2: 5% (7,5 ml de biofertilizante diluído em 142,5 ml de água mineral), T3: 10% (15 ml de biofertilizante diluído em 135 ml de água mineral), T4: 15% (22,5 ml de biofertilizante diluído em 127,5 ml de água mineral) e T5: 20% (30 ml de biofertilizante diluído em 120 ml de água mineral).

No primeiro dia do experimento, 5 mL de cada tratamento supracitado foram adicionados a cada célula, em intervalos de 7 dias. Também foi realizada a rega com 5 mL de água mineral após 2 e 5 dias da aplicação do biofertilizante, em cada uma das células de todos os tratamentos. Sendo a quantidade ideal de mililitro por célula obtida através do cálculo da quantidade de água para os substratos, método do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009, p.162), em sua publicação intitulada “Regras para análise de sementes”.

Por fim, houve o monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar do ambiente experimental por meio do Termo-higrômetro, devido ao fato da temperatura atuar diretamente sobre as reações bioquímicas do processo de germinação, afetando assim tanto a velocidade quanto a uniformidade de germinação, fazendo então necessária a realização do monitoramento supracitado (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Parâmetros de germinação

A análise de germinação iniciou-se após 24 horas da implantação do experimento, considerando sementes germinadas aquelas que apresentaram emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião (plântula) na superfície da sementeira, demonstrando assim a sua capacidade de produzir uma planta normal sob as condições favoráveis de campo.

Medidas de Germinação

A partir dos dados coletados, calculou-se a porcentagem de germinação (G), por meio da Equação 1 proposta por Brasil (1992):

$$G = \frac{N}{A} \times 100 \quad (1)$$

em que N = número de sementes que germinaram e A = número total de sementes colocadas para germinar. Assim como também foi calculado o tempo médio de germinação (TMG), expresso na Equação 2:

$$TMG = \frac{\sum ni \cdot ti}{\sum ni} \quad (2)$$

sendo n_i = número de sementes germinadas por dia e t_i = tempo (dias) de incubação (LABOURIAU; VALADARES, 1976). Para o cálculo de índice de velocidade de germinação (IVG), utilizou-se a Equação 3 citada por Maguire (1962):

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i} \quad (3)$$

em que n_i = somatória das sementes germinadas e t_i = tempo (dias) de germinação após início do experimento. Realizou-se também o cálculo para frequência relativa de germinação através da Equação 4:

$$f_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \quad (4)$$

f_i = frequência relativa de germinação; n_i = número de sementes que germinaram por dia; n_i = número total de sementes germinadas (SANTANA; RANAL, 2004). Por fim, calculou-se a entropia (índice de sincronização de germinação) expressa na Equação 5:

$$E = \sum_{i=1}^k f_i \cdot \log_2 f_i \quad (5)$$

sendo E = entropia informacional (bits), f_i = frequência relativa de germinação e \log_2 logaritmo na base 2 (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

Transformação de dados

Os dados obtidos da variável germinabilidade (porcentagem de germinação) foram submetidos à transformação angular (arco-seno), para que pudessem ser utilizados nos testes estatísticos abaixo explicados.

Análise estatística

A análise iniciou-se com a verificação da normalidade dos dados obtidos, sendo submetidos ao teste de Shapiro-Wilk com auxílio do programa estatístico Paleontological Statistics (PAST 3), versão 1.0. Com base nos resultados de rejeição da hipótese de normalidade apresentados pelo teste, utilizou-se então o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para as análises de variâncias, seguido pelo teste de alcance de Tukey (Tukey's pairwise) a fim de encontrar meios que são significativamente diferentes entre si, aos níveis de 5% de probabilidade por meio do programa estatístico Paleontological Statistics (PAST 3), versão 1.0.

Resultado e discussão

A partir dos dados obtidos por meio das parâmetros analisados no presente estudo, todas as concentrações do biofertilizante a base de microrganismos eficientes apresentaram eficácia quanto a germinação de sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) da cultivar folha larga, em razão da alta porcentagem atingida de sementes germinadas, uma média total de 96,83%, percentual este superior quanto ao padrão estabelecido pela portaria Nº 457, de 18 de dezembro de 1986 para comercialização de sementes de rúcula, que estipula valores de 70 a 80% para germinação (BRASIL, 1986). Quanto às sementes não germinadas, pôde-se observar que ao final do teste elas se apresentaram com aspecto

duro e seco, como se estivessem sido recém colocadas nas sementeiras para germinação, ou seja, sementes intactas não intumescidas pelo biofertilizante.

Porcentagem de germinação (%)

Conforme dados gerados do teste de germinação, constatou-se que não houve diferença significativa pelo método de Kruskal-Wallis quanto aos dados de germinabilidade (porcentagem de germinação) das concentrações de biofertilizante (Tabela 1). No entanto, foi observado que houve variações do percentual de germinação entre as concentrações, em que o tratamento controle (T1), juntamente com o tratamento de 15% (T4), obtiveram as maiores médias de germinação em comparação aos demais tratamentos, ou seja, 100% e 98,3% respectivamente, seguidos pelos tratamentos de 5%, e 10% (T2 e T3), que promoveram 95,8% de germinação e, por fim o tratamento de 20% (T5) com 94,2% de sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) germinadas.

Tabela 1. Porcentagem de germinação.

Tratamentos	Porcentagem (%)	Arco-Seno $\sqrt{\%}$
Controle	100	90,0a
15%	98,3	83,9a
5%	95,8	80,8a
10%	95,8	78,6a
20%	94,2	78,8a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram organizados de forma decrescente. Fonte: Elaboração própria, (2022).

Os resultados de redução do percentual germinativo obtidos no presente estudo são corroborados por Monteiro e colaboradores (2021), que trabalhando com diferentes concentrações de biofertilizantes a base de resíduo de frutas e esterco bovino em sementes de feijão de porco (*Canavalia ensiformis L.*), observaram também uma redução quanto a porcentagem de germinação nos tratamentos submetidos às aplicações dos biofertilizantes, sendo obtidos valores inferiores ao tratamento controle (96%), apresentando um coeficiente de variação de 6,46%.

Em oposição, o trabalho desenvolvido por Tesseroli (2022), a respeito do efeito do biofertilizante de E.M. na germinação e crescimento de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris*), relata que houve interação significativa entre a cultivar e o biofertilizante, obtendo-se maior percentual de germinação de sementes submetidas a aplicação de biofertilizante a base de E.M. em relação ao tratamento controle, apresentando resultados superiores em 5,37%. No entanto, vale salientar que o experimento ocorreu em uma câmara de germinação, dessa forma, havendo maior controle sobre o fotoperíodo e a temperatura em que as sementes e o biofertilizante ficaram expostos.

Vasos e colaboradores (2021), em seu estudo sobre a avaliação da germinação de milho e feijão sob efeito de biofertilizantes bovino e ovino, evidenciaram também que as diferentes concentrações dos biofertilizantes foram eficazes, não interferindo na germinação de sementes de milho (*Zea mays*), sendo observados percentuais de médias significativas de germinação para cada biofertilizante, uma média variando entre 90% e 96% para o bovino e 85% a 96% no ovino. Porém, houve interferência quanto ao percentual de germinação em sementes de feijão, sendo o principal fator explicado pela

aplicação dos biofertilizantes em papel filtro, estando totalmente em contato direto com as sementes, sendo essa uma resposta de tolerância da espécie.

Em relação a redução do percentual germinativo das sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) submetidas às aplicações do biofertilizante, mesmo não diferindo de marca e lote, de certa forma a posição na qual as bandejas de sementeiras foram dispostas sobre as bancadas de cultivo dentro do ambiente experimental pode ter interferido nos resultados. Visto que as sementeiras dos tratamentos de 10% (T3) e 20% (T5), que estavam posicionadas nas extremidades da bancada, ficaram vulneráveis a um tempo maior de exposição a luz solar, em razão da casa de vegetação não apresentar uma uniformidade quanto à disposição da luz solar dentro do ambiente durante o decorrer do dia, assim, deixando áreas mais sombreadas e outras mais expostas ao sol devido a presença de uma árvore de porte grande sombrear o local.

Marcos Filho (2005) juntamente de Bradford e Nonogaki (2007) afirmam que a exposição excessiva de sementes de determinadas espécies a luz solar, ou seja, temperaturas elevadas, podem afetar o percentual germinativo devido ao fato de causarem danos enzimáticos irreversíveis, reduzindo assim a quantidade de aminoácidos livres, juntamente de alterações na velocidade de reações metabólicas do embrião. Portanto, o tempo de exposição ao sol durante a germinação pode ser um fator decisivo sobre as reações bioquímicas do processo germinativo que determinam toda a expressão não somente do percentual de germinação, mas também do tempo médio e velocidade de germinação.

Tempo médio de germinação

Embora as diferentes concentrações de biofertilizante não terem afetado significativamente as variações de porcentagem de germinação (%) dos tratamentos, no quesito tempo médio de germinação (TMG) ao analisar os dados estatísticos dessa variável notou-se que a utilização de concentrações crescentes do biofertilizante determinou um aumento no tempo médio de emergência das plântulas de rúcula donatella (*Eruca sativa*), havendo então diferenças significativas (Tabela 2).

Verifica-se que nas concentrações de 20% (T5), 10% (T3) e 15% (T4), maiores valores de TMG das sementes foram obtidos, sendo respectivamente 4,6, 4,5 e 4,0 dias, enquanto nas concentrações de 5% (T2) e controle (T1) os resultados obtidos de tempo médio de emergência foram menores, sendo 3,4 e 3,1 dias, respectivamente (Tabela 2). Comparando os outros tratamentos com o controle (T1), é possível observar que somente a concentração de 5% (T2) foi a mais eficiente em reduzir o TMG, visto que apresentou uma média de 3,4 dias, valor este bem semelhante em relação ao controle, 3,1 dias.

Tabela 2. Tempo médio de germinação.

Tratamentos	Tempo médio de germinação
20%	4,6 ^a
10%	4,5 ^{ab}
15%	4,0 ^{abc}
5%	3,4 ^{bc}
Controle	3,1 ^c

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram organizados de forma decrescente. Fonte: Elaboração própria, (2022).

Acredita-se que o biofertilizante pode ter afetado o processo inicial de embebição das sementes em relação ao tratamento controle (T1), em que se utilizou somente água, devido ao fato de algumas espécies demonstrarem diferentes respostas aos fatores de dormência, fazendo com que houvesse um aumento do tempo médio de germinação. Segundo Bewley e Black (1994), juntamente com Ferreira e Borghetti (2001), o processo de germinação de sementes de determinadas espécies é dependente da absorção inicial de água, variando de acordo com a sua composição química, logo, em condições favoráveis o processo de embebição da semente desencadeia a hidratação dos tecidos, intumescimento, iniciando-se diversas atividades metabólicas capazes de disponibilizar energia e nutrientes para que então ocorra o alongamento do eixo embrionário, ou seja, protrusão radicular do embrião.

Índice de velocidade de germinação

Os resultados da análise de variância evidenciaram efeitos de interação significativos no que se refere ao índice de velocidade de germinação entre as diferentes concentrações do biofertilizante e o controle. De acordo com os dados apresentados na tabela 3, é possível constatar que à medida que aumentou a concentração do biofertilizante acarretou uma redução do IVG. Observa-se que o controle (T1) juntamente da concentração de 5% (T2), ambos apresentaram maior média de velocidade de germinação quando comparados às demais concentrações, as quais proporcionaram menores velocidades de germinação, sendo elas respectivamente, 25%, 22% e 22%.

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação.

Tratamentos	Índice de velocidade de germinação
Controle	0,33a
5%	0,30ab
15%	0,25ab
10%	0,22bc
20%	0,22bc

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram organizados de forma decrescente. Fonte: Elaboração própria, (2022).

Resultados semelhantes foram obtidos por Monteiro e colaboradores (2021) em seu estudo sobre biofertilizantes de frutas e bovino como bioestimulantes na germinação de feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), em que ao utilizar cinco concentrações diferentes para cada biofertilizante (0; 25%; 50%; 75% e 100%), também foi possível constatar uma redução do IVG à medida que se realizou o aumento da concentração de biofertilizante a base de resíduos de frutas sobre a germinação de feijão de porco.

Bitencourt e colaboradores (2020), trabalhando com ecotoxicologia de biofertilizante bovino e ovino em sementes de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), com diluições de 0, 150, 300, 450 e 600 mL. L⁻¹, evidenciaram resultados opostos em relação ao IVG do feijão submetido às aplicações do biofertilizante bovino, o qual não apresentou diferença, entretanto, o ovino foi capaz de promover também a redução do IVG nas concentrações de 400 e 600 mL. L⁻¹.

Desse modo, constata-se que o IVG das sementes foi diretamente influenciado pela interação com as diferentes concentrações do biofertilizante. Segundo Carillo e colaboradores (2010), juntamente de Abugre e colaboradores (2011), acredita-se que os

efeitos que o biofertilizante apresenta sobre a permeabilidade e seletividade das membranas celulares da semente, podem ter ocasionado a redução deste índice.

Frequência relativa de germinação

A respeito dos valores médios das frequências relativas de germinação das diferentes concentrações de biofertilizante E.M., ao serem submetidos ao teste de variância de Kruskal-Wallis (5% de probabilidade), verificou-se diferenças não significativas entre os tratamentos, porém, ao realizar a comparação dos valores apresentados em cada gráfico, é possível observar dados relevantes quanto à distribuição e o comportamento germinativo das sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) nas diferentes concentrações de biofertilizante, durante todo o período de experimental.

A comparação entre os gráficos de frequência relativa de germinação das figuras 1, 2 e 4, referentes aos tratamentos controle, 5% e 15% respectivamente, mostrou que a germinação se iniciou mais cedo nesses níveis de concentrações. Além disso, o tratamento controle juntamente da concentração de 5% apresentaram as maiores modas (período de maior valor de frequência relativa de germinação) entre os dias 1 e 3 obtendo-se declives a partir do dia 3 adiante, já o tratamento de 15% obteve sua maior moda entre os dias 2 e 6 de uma forma mais concentrada sem a formação de declives. Em referência aos gráficos dos tratamentos com concentrações de 10% e 20%, figuras 3 e 5 respectivamente, demonstram que ambos demoraram um pouco mais para iniciar a germinação das sementes, porém obtiveram os valores mais de suas modas bem mais concentrados entre os dias 3 e 6.

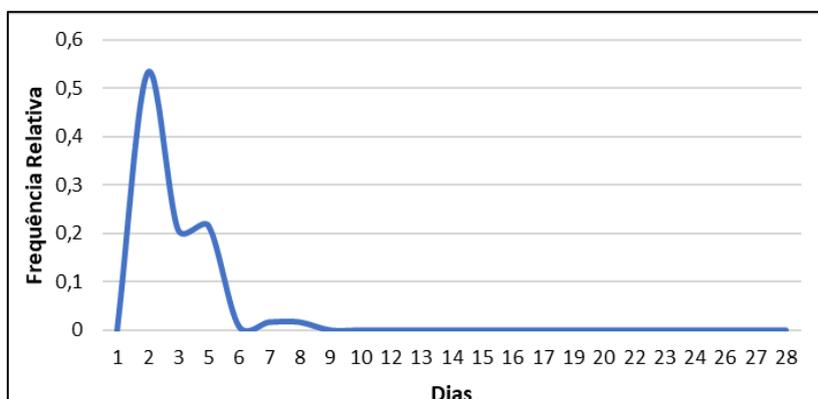


Figura 1. Frequência Relativa de germinação no tratamento controle (T1).
Fonte: Elaboração própria, (2022).

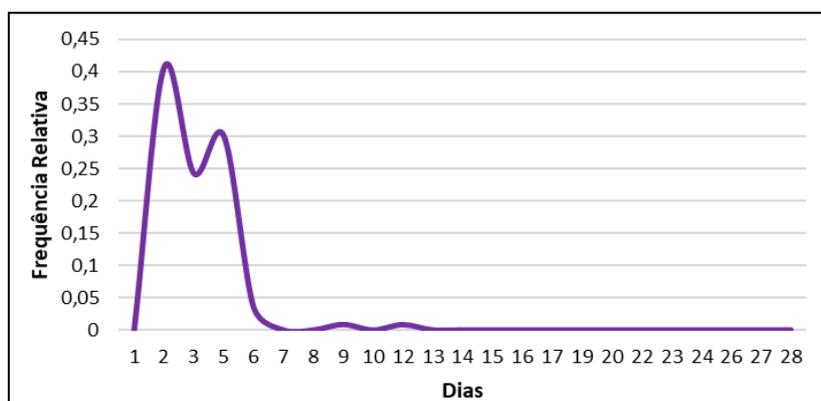


Figura 2. Frequência Relativa de germinação no tratamento de 5% (T2).
Fonte: Elaboração própria, (2022).

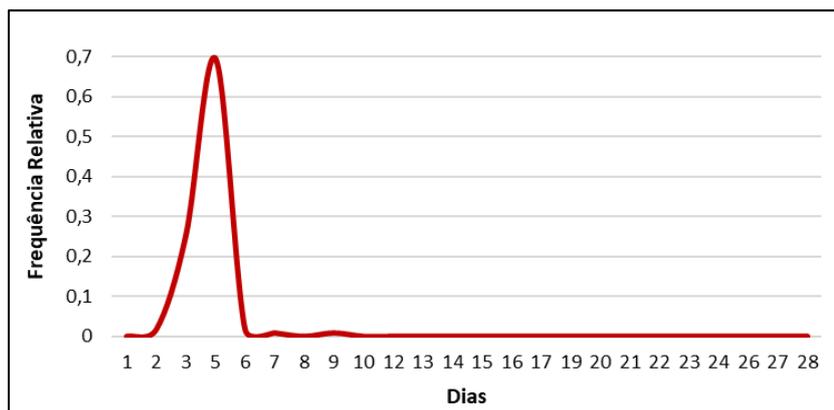


Figura 3. Frequência Relativa de germinação no tratamento de 10% (T3).
Fonte: Elaboração própria, (2022).

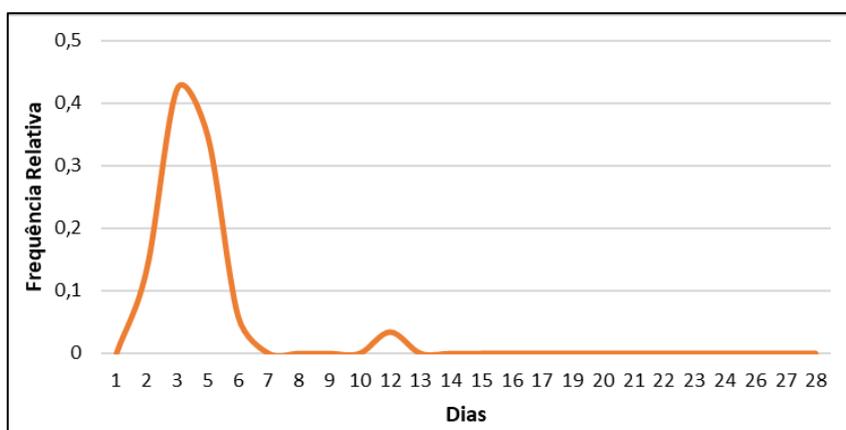


Figura 4. Frequência Relativa de germinação no tratamento de 15% (T4).
Fonte: Elaboração própria, (2022).

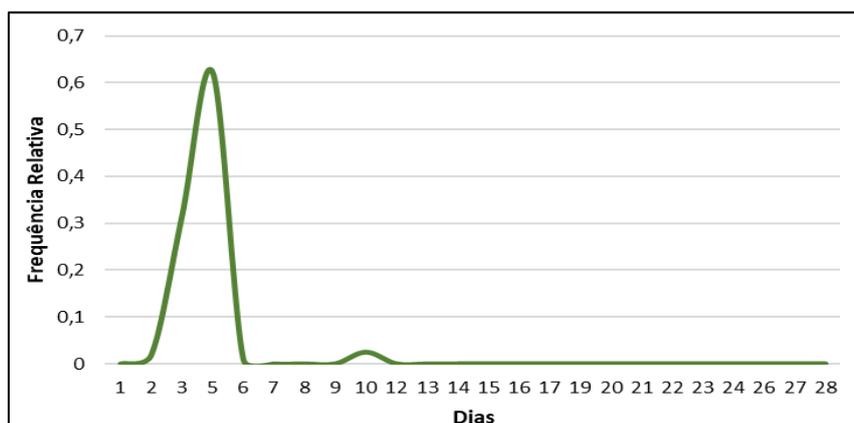


Figura 5. Frequência Relativa de germinação no tratamento de 20% (T5).
Fonte: Elaboração própria, (2022).

Apesar desses dados demonstrarem que a germinação ocorreu em intervalos de tempo semelhantes entre as concentrações de biofertilizante, foi possível constatar que os tratamentos de 10% e 20% apresentaram melhores resultados quanto à distribuição e comportamento germinativo, em razão da presença de maior concentração com altos valores de frequência relativa e maior uniformidade, em comparação aos demais tratamentos.

Entropia informacional

A partir dos resultados de valores de entropia informacional obtidos no presente estudo (tabela 4), pôde-se observar que os níveis de concentrações do biofertilizante utilizados no teste foram capazes de gerar respostas diferentes em relação a homogeneidade de germinação, apresentando diferenças significativa entre os tratamentos de acordo com a análise de variância (teste de Kruskal-Wallis).

Baseado nas frequências relativas de distribuição da germinação, os cálculos da entropia informacional demonstraram que os maiores valores de entropia foram obtidos pelos tratamentos de 15%, 5% e controle, os quais apresentaram 1,73, 1,66 e 1,63 respectivamente, dessa forma, a germinação nesses tratamentos foram menos sincronizadas e com menores graus de organização do processo germinativo das sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*).

Com relação aos maiores índices de sincronização de germinação, a concentração de 10% (T3) de biofertilizante seguida pelo tratamento de 20%, foram os quais obtiveram os menores valores de entropia informacional, 1,12 e 1,21, ou seja, foram eficazes para a obtenção de uma germinação de forma mais simultânea, pois segundo Nassif e Perez (2000) menores valores de entropia representam uma maior homogeneidade e sincronização em um processo de germinação.

Tabela 4. Entropia Informacional.

Tratamentos	Entropia Informacional
15%	1,73a
5%	1,66ab
Controle	1,63ab
20%	1,21bc
10%	1,12c

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram organizados de forma decrescente. Fonte: Elaboração própria, (2022).

Portanto, foi possível notar que ao aumentar as concentrações do biofertilizante a base de E.M., independentemente do número de sementes de rúcula donatella (*Eruca sativa*) que germinaram em suas concentrações, houve alguma contribuição para uma melhor obtenção de comportamentos homogêneos na germinação, resultando assim em uma melhor sincronização do processo germinativo.

Temperatura e umidade relativa do ar

Com relação ao monitoramento diário dos elementos meteorológicos (temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%)) do ambiente protegido, verificou-se que a temperatura média do ar variou entre 23,0 (dia 8) e 30,0°C (dia 21) e a umidade relativa comportou-se de forma inversa à temperatura, apresentando uma variação de 51,3 (dia 19) a 84% (dia 17) durante todo o período experimental, como mostra a figura 6.

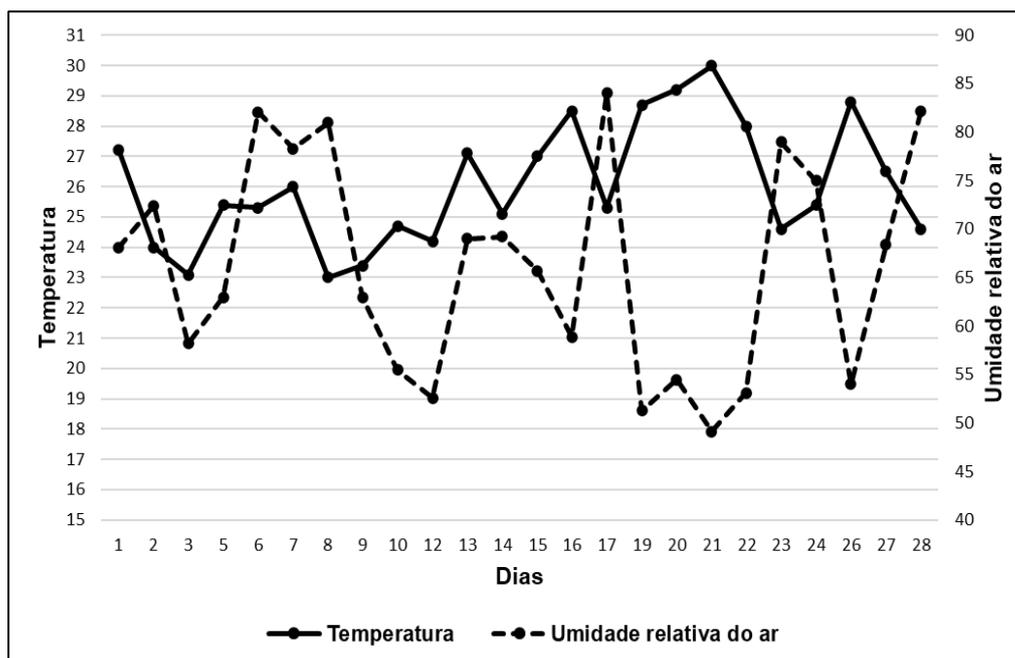


Figura 6. Aferição da temperatura e umidade relativa do ar diária do ambiente durante todo o período experimental. Fonte: Elaboração própria, (2022).

A partir dos resultados de germinação obtidos, evidenciou-se que a cultivar utilizada neste estudo, rúcula donatella (*Eruca sativa*) cultivar folha larga, apresentou efeitos significativos de interação com os fatores climáticos presentes no ambiente protegido, em que as temperaturas variaram entre 23,0 (dia 8) e 27,2°C (dia 1) nos primeiros oito dias após o início do teste (Figura 6).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), em um teste de germinação a temperatura é um dos principais fatores decisivos sobre a velocidade de absorção de água, apresentando influência sobre as reações bioquímicas de todo esse processo, consequentemente afetando a sincronização da germinação, juntamente da velocidade e percentual germinativo. Desse modo, caso a germinação ocorra em temperaturas muito inferiores ao ideal previsto para a cultura, acarreta danos embrionários na semente, ocasionando então a redução de sementes germinadas.

Filgueira (2012), Cunha (2013), juntamente de Melo e Araújo (2016), declaram que a rúcula (*Eruca sativa*) aprecia climas amenos ao longo do ano em diversas regiões, considerando-se como temperatura ideal de 15 a 18°C para uma germinação satisfatória que assegure o desenvolvimento da planta. No entanto, Gomes e colaboradores (2005), em seu teste de germinação com sementes de beterraba, rúcula e salsa sob diferentes temperaturas, obtiveram resultados positivos, em que verificaram também que temperaturas de 20 a 30°C é capaz de proporcionar uma maior velocidade e germinação total na variedade “Cultivada”, ao contrário das temperaturas mais baixas, de 10 a 15°C, as quais foram o principal fator para a redução da germinação.

Ferreira e colaboradores (2008) em seu trabalho sobre a influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Eruca sativa*), evidenciaram que as temperaturas alternadas de 25, 30, 35 e 20 a 35 °C são as mais adequadas para a rúcula (*Eruca sativa*) por serem capazes de propiciar maior velocidade de germinação, originando assim plântulas com maior comprimento radicular. Vale salientar que a temperatura do presente experimento se apresentou sempre dentro da faixa térmica citada por Ferreira e colaboradores (2008).

Com relação a umidade relativa do ar (%), pode-se observar que o ambiente protegido ficou vulnerável a condições de alta umidade devido ao período de chuvas fracas na região, em que houve variações de 58,2 (dia 3) a 82,1% (dia 6) nos primeiros oito dias de experimentação (Figura 6). Dessa forma, não obedecendo o limite ideal para a cultura segundo Pimpini e Enzo (1997), que em seu estudo sobre a cultura da rúcula (*Eruca sativa*) na região de Vêneto na Itália, considerou como umidade do ar ideal a máxima de 60%. Fator este de extrema importância para a realização dos testes de germinação com biofertilizante, visto que a uniformização do grau de umidade relativa do ar é responsável para se obter uma melhor padronização das avaliações, juntamente na obtenção de resultados consistentes.

Portanto, pode-se dizer que a germinação de sementes de rúcula (*Eruca sativa*) sob efeito de aplicações de biofertilizante necessitam de uma temperatura e umidade relativa do ar menos variáveis para assegurar a sua hidratação, o desenvolvimento do eixo embrionário e conseqüentemente a emergência das plântulas, pois de acordo com Dousseau e colaboradores (2008) elementos meteorológicos não constantes e superiores ao recomendado para a cultura são responsáveis por acarretarem a desnaturação de proteínas essenciais quanto ao processo de germinação, intervindo de forma negativa nas reações enzimáticas das sementes, dessa forma dificultando a obtenção de resultados mais consistentes sobre os parâmetros de germinação.

Análise química

Ao analisar o potencial hidrogeniônico (pH) do biofertilizante a base de E.M. utilizado no presente teste de germinação, com auxílio de uma fita teste medidora de pH, obteve-se um valor igual a 7, dessa forma, a solução apresentava concentrações de íons H_3O^+ e OH^- iguais, estando ela na faixa de neutralidade. Praciano e colaboradores (2019), em seu trabalho realizado sobre a análise do comportamento do pH na produção de biofertilizantes, ressaltam que é comum a variação do potencial hidrogeniônico (pH) desses produtos se apresentarem dentro do intervalo de 5,0 a 8,0, tanto durante a fase de produção quanto após a obtenção do produto final.

Bitencourt e colaboradores (2020), em seu estudo sobre a Ecotoxicologia de biofertilizantes bovino e ovino na germinação de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho híbrido (*Zea mays* L.), em que ao realizarem as análises químicas de ambos biofertilizantes, obtiveram resultados de potencial hidrogeniônico (pH) alcalino para os dois produtos, 8,57 e 8,10 respectivamente. No entanto, após adicionarem os biofertilizantes no solo para o teste de germinação e realizarem novamente uma aferição desse parâmetro, notaram que a faixa do pH sofrer mudanças, se mantendo assim bem próximos da neutralidade, com valores variando entre 6,52 a 6,72. Porém, é importante ressaltar que os biofertilizantes utilizados nesse estudo de Bitencourt e colaboradores (2020) se diferem do utilizado no presente experimento, que foi feito à base de microrganismos eficientes.

De acordo com Brito e colaboradores (2017), a faixa ideal de pH do biofertilizante capaz de assegurar uma melhor disponibilidade nutricional no solo para o desenvolvimento embrionário das plantas, são entre os valores de 5,5 a 6,5, sendo assim ligeiramente ácidos. Já valores de pH próximos a faixa de neutralidade, entre 6,0 a 7,0, são capazes de aumentar a disponibilidade de macronutrientes como Fósforo, Potássio, Nitrogênio, Cálcio, Enxofre e Magnésio no solo. Vale salientar que a faixa de pH do presente experimento apresentou-se próxima a esse valor.

Thode Filho e colaboradores (2019) ressaltam que o pH alcalino presente em biofertilizantes desencadeia efeitos maléficos na germinação e desenvolvimento das

plantas, em razão do aumento de sais solúveis e sódio trocável causarem diversos desequilíbrios nutricionais nas plantas devido ao estresse salino. Por outro lado, valores de pH extremamente ácidos, inferiores a 5,5, também são considerados danosos às culturas, pois podem elevar as atividades de elementos fitotóxicos no solo, como Alumínio e Manganês.

Portanto, o valor do potencial hidrogeniônico (pH) obtido do presente biofertilizante é considerado adequado, tornando o produto viável para a utilização em cultivos de hortaliças e entre outros vegetais.

Conclusões

Apesar dos diferentes níveis de concentrações do biofertilizante a base de E.M. terem acarretado a um pequeno decréscimo no percentual germinativo, juntamente de um maior tempo médio de germinação e redução do índice de velocidade de emergência, pode-se dizer que a incorporação do biofertilizante pôde contribuir principalmente para a obtenção de comportamentos homogêneos, com melhores sincronizações durante o processo germinativo.

Para análises futuras, recomenda-se a realização da caracterização química (Ecotoxicologia) do biofertilizante a base de microrganismos eficientes, a fim de obter o seu teor nutricional, evitando possíveis contaminações do solo e da planta.

Agradecimentos

A autora agradece ao Parque Botânico Vale pelo apoio na produção do biofertilizante, cedendo a Trilha da Floresta em Construção para a captura dos microrganismos eficientes no solo. Ao Centro Universitário Salesiano pelo espaço cedido da Casa de Vegetação para o desenvolvimento do teste de germinação. Ao aporte financeiro advindo de Maria Delmi Mathias das Neves para a execução de todo o trabalho, e a Jodielli Santana de Andrade pela ajuda na execução prática deste experimento.

Conflito de interesse

A autora declara não haver conflito de interesses.

Referências

ABADE, M. T. R.; KLOSOWSKI, E. S.; ROCHA, M. E. L.; COUTINHO, P. W. R.; SOUZA, F. L. B.; BARABASZ, R. F. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.1, p.217-226, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i1.26578>

ABUGRE, S.; APETORGBOR, A. K.; ANTWIWAA, A.; APETORGBOR, M. M. Allelopathic effects of ten tree species on germination and growth of four traditional food crops in Ghana. **Journal of Agricultural Technology**, v. 7, n. 3, p. 825- 834, 2011. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113397884>

ALTIERI, M. A. **Agroecology: The science of sustainable agriculture**. 2. ed. CRC Press, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429495465>

ALVES, C. Z.; SÁ, M. E. Avaliação do vigor de sementes de rúcula pelo teste de lixiviação de potássio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 108-116, 2010.

<https://www.scielo.br/j/rbs/a/Qq39MbqcCzx6PVWRMsK3dph/?lang=pt&format=pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. Informações do setor - Pesquisas de Mercado: Sementes de Hortaliças (2016). Disponível em: <<https://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

BEWLEY, J. D.; BLACK, A.M. **Seeds Physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258500002713>

BITENCOURT, G. A. VASO, L. M.; GOMEZ, A. L. C.; SOUZA, T. T.; PRADEBON, B. S.; MONTANHEZ, B. E. Ecotoxicologia de biofertilizante bovino e ovino. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 16, n. 3, p. 96-107, 2020. DOI: 10.17271/1980082716320202388

BONFIM, F. P. G., HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. J.; SOUZA, D. B. **Caderno Dos Microrganismos Eficientes (EM):** Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 2. ed. Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Fitotecnia, 2011.

<https://estaticog1.globo.com/2014/04/16/caderno-dos-microrganismos-eficientes.pdf>

BORGES, C. T.; DEUNER, C.; RIGO, G. A.; OLIVEIRA, S.; MORAES, D. M. O estresse salino afeta a qualidade fisiológica de sementes de rúcula? **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19, p. 1049-1057, 2014. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/estresse%20salino.pdf>

BRADLEY, F.M. **Rodale's vegetable garden problem solver:** the best and latest advice for beating pests, diseases, and weeds and staying a step ahead of trouble in the Garden. Emmaus, Pa.: Rodale, 2006. <https://archive.org/details/rodalesvegetable00fern/page/n483/mode/2up>

BRADFORD, K. J.; NONOGAKI, H. **Seed development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell Pub, 2007. <https://www.google.com.br/books/edition/Seeds/eVsZ8a-GmSwC?hl=pt-BR&gbpv=0>

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. 1. ed. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf

BRASIL. **Portaria nº 457, de 18 de dezembro de 1986**. Estabelece para todo o território nacional, procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, e para importação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p.19653, 23 dez. 1986. Disponível em: <<https://redebitecnologia.files.wordpress.com/2018/09/portaria-mapa-457-1986.pdf>>. Acesso: 02 de out. de 2022.

BRITO, P. S. L.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; AMARAL, G. C.; SILVA, A. A.; AVELINO, R. C. Reutilização de resíduos regionais como substratos na produção de mudas de cultivares de alface a partir de sementes com e sem peletização. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 116, n. 1, p. 51-61, 2017.
<https://core.ac.uk/download/pdf/95873827.pdf>

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.
<https://www.passeidireto.com/arquivo/72546410/agroecologia-alguns-conceitos-e-principios-caporal-costabeber>

CARILLO, P.; COZZOLINO, C.; D'ABROSCA, B.; NACCA, F.; DELLA GRECA, M.; FIORENTINO, A.; FUGGI, A. Effects of the allelochemicals dihydrodiconiferyl alcohol and larciresinol on metabolism of *Lactuca sativa*. **The Open Bioactive Compounds Journal**, v. 3, n. 1, p. 18-24, 2010. DOI: 10.2174/1874847301003010018

CARVALHO, K. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVEIRA, M. H. D.; CABRAL, C. E. A.; LEITE, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, p.1545-1553, 2012.
<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/rucula%20submetida%20a%20adubacao.pdf>

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
<https://www.docsity.com/pt/livro-sementes-ciencia-tecnologia-e-producao/4777065/>

CUNHA, F. F.; GODOY, A. R.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A.; LEAL, A. J. F. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande, v.2, n.3, p.131-141, 2013.
https://www.researchgate.net/publication/320237944_Irrigation_of_different_cultivars_of_rocket_in_Northeastern_of_Mato_Grosso_do_Sul_State_Brazil

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; ARANTES, L. O.; OLIVEIRA, D. M.; NERY, F. C. Germinação de sementes de Tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.438-443, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200014>

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
https://www.researchgate.net/publication/335078531_Germinacao_Do_basico_ao_aplicado

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SALES, A. G. A.; PACHECO, M.V. Influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Eruca sativa* Mill.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 209-212, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v3i3a234>

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012.

GOMES, E. M. L.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Germinação de sementes de beterraba, rúcula e salsa sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, Suplemento 2. CD-ROM, 2005.

HURTADO, A. C.; DÍAZ, Y. P.; VICIEDO, D. O.; RODRÍGUEZ, E. Q.; CALZADA, K. P.; NEDD, L. L. T.; HERNÁNDEZ, J. J. Effect of different application forms of efficient microorganisms on the agricultural productive of two bean cultivars. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 72, n. 3, p. 8927-8935, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.76272>

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. Preparo de microrganismos eficientes (EM). Fichas Agroecológicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), n. 31, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-fertilidade-do-solo/31-preparo-de-microrganismos-eficientes-e-m.pdf> Acesso em: 24 de mar. de 2022.

MAGUIRE, J. D. Speeds of Germination-aid Selection and Evaluation For Seedling Emergence and Vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176- 177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

MEENA, V. S.; MEENA, S. K.; VERMA, J. P.; KUMAR, A.; AERON, A.; MISHRA, P. K.; DOTANIYA, M. L. Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: a review. **Ecological Engineering**, v. 107, p. 8-32, 2017. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2017.06.058

MELO, P. C. T.; ARAÚJO, T. H. **Olericultura**: planejamento da produção do plantio à comercialização. Curitiba: SENAR - Pr., v.1, 2016. https://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/05/PR.0315-Olericultura-Planejamento-da-Producao_web.pdf

MONTEIRO, S.S. Biofertilizante como bioestimulante na germinação de feijão de porco. **Revista Verde**, v. 16, n.1, p.09-17, 2021. DOI: 10.18378/rvads.v16i1.7755

RIVERA, J. R. **Manual de agricultura orgânica**. Atlanta, 2014. <https://www.passeidireto.com/arquivo/97504913/manual-de-agri-cultura-organica-jairo-rivera>

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. Efeito da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.1-6, 2000. DOI: 10.17801/0101-3122/rbs.v22n1p1-6

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* v.11, p. 1633-1644, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

PIMPINI, F.; ENZO, M. 1997. Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. In: Padulosi S. and Pignone D. (eds), **Rocket: a Mediterranean crop for the world**. Report of a workshop, 1996. Legnaro (Padova), Italy. International Plant Genetic Resource Institute, Rome, Italy, p. 51–66, 1997.

PRACIANO, A. C.; MONTEIRO, L. A.; GORAYEB, A.; SANTOS, L. F. A.; AMARAL, D. A.; CAVALCANTE, E. S. Análise do comportamento do pH na produção de biofertilizantes. XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, Campinas - SP, p. 1-4, 2019.

https://www.researchgate.net/publication/341710123_Analise_do_Comportamento_do_pH_na_Producao_de_Biofertilizantes

SAATH, K. C. D. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.56, n.2, p. 195-212, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da Germinação**: Um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004.

SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; PINTO, C. L. O. Rúcula. In: JUNIOR, T. J. P.; VENZON, M. **101 Culturas, manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 683-686, 2007.

SHUBHA, K.; MUKHERJEE, A.; TAMTA, M.; KOLEY, T. K. Arugula (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* (Miller) Thell.): A healthy leafy vegetable. **Agriculture & Food: e-Newsletter**, v.1, p. 359-362, 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.22117.35041

SILVA, A.L.; CORDEIRO, R.S.; ROCHA, H.C.R. Aplicabilidade de Microrganismos Eficientes (ME) na Agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25054>

TESSEROLI, T.T. Efeito de biofertilizantes na germinação e crescimento de plântulas do feijão (*Phaseolus vulgaris*). Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, p. 1-27, 2022. <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/5610/1/TESSEROLI.pdf>

THODE FILHO, S.; PAIXÃO, C. P. S.; MARANHÃO, F. S.; FRANCO, H. A. Avaliação ecotoxicológica do extrato solubilizado de bagaço de cana-de-açúcar residual via germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista de Estudos Ambientais**, v. 21, n. 1, p. 46-55, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2019v21n1p46-55>

THOMAS, C. **50 best plants on the planet:** the most nutrient-dense fruits and vegetables, in 150 delicious recipes. San Francisco, London: Chronicle Books, 2013. <https://archive.org/details/50bestplantsonpl0000thom/mode/2up?q=arugula>

VASO, L. M.; BITECOURT, G. A.; GUIDORISSI, N. S.; J. P. Avaliação da germinação de milho e feijão sob efeito de biofertilizantes. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** v.8, n.18, p. 371-380, 2021. DOI: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081824](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081824)