

Rendimento de fitomassa da rúcula em diferentes ambientes de luz e substratos orgânicos

Arugula phytomass yield in different light environments and organic substrates

Rendimiento de fitomasa de rúcula en diferentes ambientes de luz y sustratos orgánicos

Recebido: 09/05/2022 | Revisado: 01/06/2022 | Aceito: 03/06/2022 | Publicado: 07/06/2022

Luís Cláudio Vieira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1337-8929>
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil
E-mail: levsilva@uesc.br

Girlene Santos de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1526-7966>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: girlene@ufrb.edu.br

Anacleto Ranulfo dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4629-3948>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: anacleto@ufrb.edu.br

Caliane da Silva Braulio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-2876>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: Caliane.braulio@gmail.com

Gildeon Santos Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6165-0408>
Universidade Federal do recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: gildeon.9772@outlook.com

Amanda Santos Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2702-7225>
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil
E-mail: amandaagro@gmail.com.br

Josué Pinheiro Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4618-666X>
Universidade Federal do recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: josuepadrao2012@hotmail.com

Edna de Souza Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0144-8574>
Universidade Federal do recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: edna1994souza@gmail.com

Resumo

O acúmulo de matéria seca em hortaliças é influenciado pela luz e a nutrição mineral. Neste contexto, objetivou-se avaliar a interferência dos ambientes de luz e substratos orgânicos no rendimento de fitomassa da rúcula variedade Folha Larga. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada na cidade de Cruz das Almas-BA. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sob esquema fatorial 3 x 3, ou seja, três ambientes de luz e três tipos de substratos orgânicos, com 8 repetições. Os ambientes de luz foram constituídos por malhas ChormatiNet Vermelha e de sombreamento preta, ambas com 50 % de irradiação solar, e outro ambiente a pleno sol, enquanto que os substratos utilizados foram esterco bovino, ovino e húmus de minhoca na dose de 60 t ha⁻¹. Posteriormente, foram dispostos em cada ambiente 24 plantas, sendo uma por vaso. Decorridos 45 dias de aclimatização foram avaliadas as seguintes variáveis: massas da matéria secas das folhas, caules, raiz, parte aérea, massa da matéria seca total e relação entre massa da matéria seca da raiz e parte aérea. Os dados foram submetidos a análise de variância e em função de significância utilizou-se o teste de comparação múltipla de Tukey a 5% de probabilidade. Houve interações significativas entre as fontes de variação para as massas das matérias secas em folhas, caules, total e na relação da massa seca das raízes e parte aérea.

Palavras-chave: Adubação orgânica; *Eruca sativa*; Malhas fotoconversoras; Sombreamento.

Abstract

Dry matter accumulation in vegetables is influenced by light and mineral nutrition. In this context, the objective was to evaluate the interference of light environments and organic substrates on the phytomass yield of the Folha Larga arugula

variety. The research was carried out in a greenhouse belonging to the Center for Agricultural Environmental and Biological Sciences of the Federal University of Recôncavo da Bahia, located in the city of Cruz das Almas-BA. The experimental design used was completely randomized, under a 3 x 3 factorial scheme, that is, three light environments and three types of organic substrates, with 8 replications. The light environments consisted of ChromatiNet Red and black shading meshes, both with 50% of solar irradiation, and another environment in full sun, while the substrates used were cattle manure, sheep and earthworm humus at a dose of 60 t ha⁻¹. Subsequently, 24 plants were placed in each environment, one per pot. After 45 days of acclimatization, the following variables were evaluated: dry matter mass of leaves, stems, root, shoot, total dry matter mass and ratio between root and shoot dry matter mass. Data were submitted to analysis of variance and in terms of significance, Tukey's multiple comparison test was used at 5% probability. There were significant interactions between the sources of variation for the dry mass of leaves, stems, total and in the relation of dry mass of roots and shoots.

Keywords: Organic fertilization; *Eruca sativa*; Photoconverting meshes.

Resumen

La acumulación de materia seca en los vegetales está influenciada por la nutrición ligera y mineral. En este contexto, el objetivo fue evaluar la interferencia de ambientes lumínicos y sustratos orgánicos sobre el rendimiento de fitomasa de la variedad rúcula de Folha Larga. La investigación se llevó a cabo en un invernadero perteneciente al Centro de Ciencias Agroambientales y Biológicas de la Universidad Federal do Recôncavo da Bahia, ubicada en la ciudad de Cruz das Almas-BA. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, bajo un esquema factorial 3 x 3, es decir, tres ambientes de luz y tres tipos de sustratos orgánicos, con 8 repeticiones. Los ambientes de luz consistieron en mallas sombreadoras ChromatiNet Roja y negra, ambas con 50% de irradiación solar, y otro ambiente a pleno sol, mientras que los sustratos utilizados fueron estiércol vacuno, ovino y humus de lombriz a una dosis de 60 t ha⁻¹. Posteriormente se colocaron 24 plantas en cada ambiente, una por maceta. Después de 45 días de aclimatación, se evaluaron las siguientes variables: masa de materia seca de hojas, tallos, raíz, parte aérea, masa de materia seca total y relación entre masa de materia seca de raíz y parte aérea. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y en cuanto a la significancia se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. Hubo interacciones significativas entre las fuentes de variación para la masa seca de hojas, tallos, total y en la relación de masa seca de raíces y brotes.

Palabras clave: Fertilización orgánica; *Eruca sativa*; Fotoconversión de malas; Sombreado.

1. Introdução

A rúcula (*Eruca sativa* Miller), também conhecida como pinhão ou mostarda-persa, é uma hortaliça folhosa, pertencente à família da Brassicaceae e tem como centro de origem o Mediterrâneo e a Ásia Ocidental (Silva, 2010). A rúcula é fonte de vitaminas A, B e C, também sais minerais a exemplo do cálcio, potássio, fósforo, magnésio entre outros (Zanin, 2022). Por possuir considerável concentração de compostos fenólicos, a mesma apresenta função anti-inflamatória e antioxidante (Nabuco, 2022), além disso controla o nível de glicose no sangue, regula a pressão arterial e previne doenças cardiovasculares (Zanin, 2022).

No Brasil, geralmente o cultivo da rúcula é realizado por pequenos agricultores familiares, por ser uma cultura de crescimento rápido, tornando-se assim, fundamental na complementação da renda (Dias, 2012). Embora seja cultivada em diversas faixas térmicas do território brasileiro, prefere mais as temperaturas amenas entre 15 a 18°C (Oliveira, 2022). Neste sentido, a utilização de cultivo protegido torna-se uma alternativa para amenizar o excesso de temperatura que poderá influenciar negativamente no desempenho da cultura (Wathier, 2022). Fatores como a intensidade, a qualidade da luz solar bem como a nutrição de plantas deve ser considerada no planejamento para a implantação de ambientes de cultivo a fim obter a máxima eficiência produtiva da cultura e conseqüentemente maior ganho econômico.

É notório o conhecimento sobre a essencialidade da luz no processo fotossintético e dos espectros eletromagnéticos no desenvolvimento da planta. A qualidade de luz pode alterar a morfogênese das plantas, tais como a altura, número de folhas, matéria seca das folhas, caule e raízes, índices fisiológicos e os teores de clorofila a e b (Souza et al., 2011), por meio de uma série de processos mediados por receptores de luz (Araújo et al., 2014). Desta forma as redes ou malhas fotosseletivas é uma tecnologia que filtra e modula a iluminação, modificando assim as porções dos espectros que chegam até as plantas,

consequentemente favorece maior controle da radiação solar sobre determinada característica específica do vegetal (Dou e al., 2014).

Além da luz, CO₂ e da água, outro fator de relevância está no fluxo contínuo de sais minerais que é indispensável para o crescimento e desenvolvimento da planta (Barros, 2020). Utilizado em uma agricultura sustentável socialmente, economicamente e ambientalmente correta, o substrato orgânico que é uma importante fonte de nutrientes essenciais e benéficos, responsáveis estes por participar dos processos metabólicos dos vegetais. Além das características na composição química, um bom substrato orgânico deverá apresentar-se como suporte mecânico, favoráveis para fixar as raízes das plantas, além da boa porosidade para suprir adequadamente as necessidades de ar e de água, tão quanto serem isentos de pragas e de patógeno (Pagliarini et al., 2015; Lima et al., 2019).

A produção de fitomassa está em função da conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada em fotoassimilados, o qual varia de acordo com as condições do ambiente (Caron et al., 2003). Nesse contexto são escassas as pesquisas sobre a influência da interação da luz e fertilizantes orgânicos no acúmulo de matéria seca em plantas de rúcula. Dessa maneira, objetivou-se avaliar a interferência dos ambientes de luz e substratos orgânicos no rendimento de fitomassa da rúcula variedade Folha Larga.

2. Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de janeiro a março de 2021, em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas localizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas-BA, Brasil, cujas coordenadas geográficas são 12°39'31,8" S, 39°05'08,4" W, com altitude de 220 m. O clima da região, segundo Köppen e Geiger, é do tipo Af, clima tropical, com temperatura média 23,0 °C e pluviosidade média anual de 1.136 mm.

A variedade utilizada foi a rúcula tipo Folha Larga pertencente a ISLA[®], cujas principais características são alta precocidade, produtividade e resistência, como também excelente sabor e uniformidade no ponto de colheita (ISLA, 2022). As sementes foram semeadas a 0,5 cm em bandeja constituída por polietileno integrada por 200 células, comportando substrato formado por areia lavada e esterco bovino na proporção 3:1 (v/v) respectivamente, com turno de rega diariamente. Decorrido 15 dias após a semeadura, foram selecionadas mudas contendo três folhas definitivas, com aproximadamente 10 cm de altura e acondicionadas em vasos de polietileno com capacidade de 1 dm³ contendo amostra de Latossolo Amarelo e substratos orgânicos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sob esquema fatorial 3 x 3, isto é, três ambientes de luz e três substratos orgânicos, com 8 repetições, totalizando 72 unidades amostrais. Os ambientes de luz foram constituídos por malhas ChormatiNet Vermelha Fotoconversora e de sombreamento preta, ambas com 50 % de irradiação solar, e outro ambiente a pleno sol, ou seja, sem malha. Os substratos foram constituídos por esterco curtido de bovino, de ovino e húmus de minhoca na dose única de 60 t ha⁻¹.

Foram dispostos em cada ambiente 24 plantas, sendo uma por vaso e os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações de manejo da cultura (Trani et al., 1992). A irrigação foi realizada diariamente a fim de manter a umidade próxima da capacidade de campo, utilizando 50ml de água potável por vaso.

As características químicas da amostra do solo e dos fertilizantes orgânicos encontram-se nas tabelas 1, 2, respectivamente.

Tabela 1 - Caracterização química do Latossolo Amarelo distrocoeso na profundidade 0,0 a 0,20 m.

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	P	K ⁺	H+Al	T	V	M.O.
1:2,5	----	Cmol _c md ⁻³	----		mg dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³	%	g dm ⁻³
5,6	0,8	0,5	0,0	1,0	7,82	1,5	2,82	46,81	0,96

pH em H₂O; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹); P, K⁺ = (Mehlich⁻¹); H+Al (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); T = CTC a pH 7,0; v = Saturação por bases; M.O. = Método calorimétrico (Embrapa, 2011). Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Tabela 2 - Caracterização química dos fertilizantes orgânicos.

Adubo orgânico	pH H ₂ O	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	MO
			mg/dm ³			cmol/dm ³			%
Esterco bovino	8,5	943,3	3630,90	-	6,2	2,7	0,0	1,0	5,9
Esterco ovino	9,2	852,9	3428,70	-	6,5	2,5	0,0	1,1	5,7
Húmus de minhoca	7,1	1.121,6	1435,20	-	11,9	5,3	0,0	1,3	5,8

Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Após 45 dias de aclimatização, as plantas foram avaliadas quanto à produção de fitomassa, fazendo-se a fragmentação dos órgãos vegetativos e, posteriormente, acondicionados em sacos de papel tipo kraft previamente identificados com seus respectivos tratamentos e secos em estufa de circulação forçada de ar a 45° C durante 72 horas. Posteriormente, avaliaram-se a massa da matéria seca das folhas (MSF), caule (MSC), sistema radicular (MSR), parte aérea (MSPA), massa da matéria seca total (MST) e relação entre massa da matéria seca da raiz e parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico “R” (R Development Core Team, 2021), e em função da significância utilizou-se o teste de comparação múltipla de média de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, ocorreu interação significativa entre o ambiente de luz e substratos orgânicos para as variáveis: massa da matéria seca das folhas, do caule, da planta e na relação da massa da matéria seca da raiz e parte aérea (Tabela 3). Houve efeito significativo isolado das fontes de variação na massa seca das raízes e da parte aérea.

Tabela 3 – Resumo da ANOVA para as variáveis massa seca das folhas (MSF), dos caules (MSC), da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR), datotal (MST), relação entre massas das matérias secas da raiz e parte aérea (MSRPA) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivadas sob diferentes ambientes de luz e fontes de adubo orgânico.

Fonte de Variação	Quadrado médio					
	MSF (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RMSRPA
Ambiente (Amb)	1,02*	0,15*	0,45*	0,17*	0,43*	0,17*
Adubação (Adub)	1,96*	0,05*	1,38*	0,34*	1,95*	0,27*
Amb *Adub	0,30*	0,09*	0,10 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,21*	0,06*
Resíduo	0,02	0,00	0,02	0,01	0,06	0,01
CV (%)	16,36	24,96	14,18	16,40	15,45	26,74

* Significativo ao teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade; ns - Não significativo CV - coeficiente de variação. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

As folhas representam o principal órgão no qual ocorre o processo fotossintético e assimilação de nutrientes (Taiz et al., 2017). Em relação ao rendimento da massa da matéria seca da folha (MSF), houve interação significativa (P<0,05) entre os

ambientes de luz e substratos orgânicos (Tabela 4), observadas em plantas cultivadas sob malha vermelha (MV) e nutridas com esterco bovino (EB) e húmus de minhoca (HM) sendo superior a 35,33% e 29,19% comparadas com àquelas cultivadas com esterco ovino (EO) neste mesmo ambiente de luz.

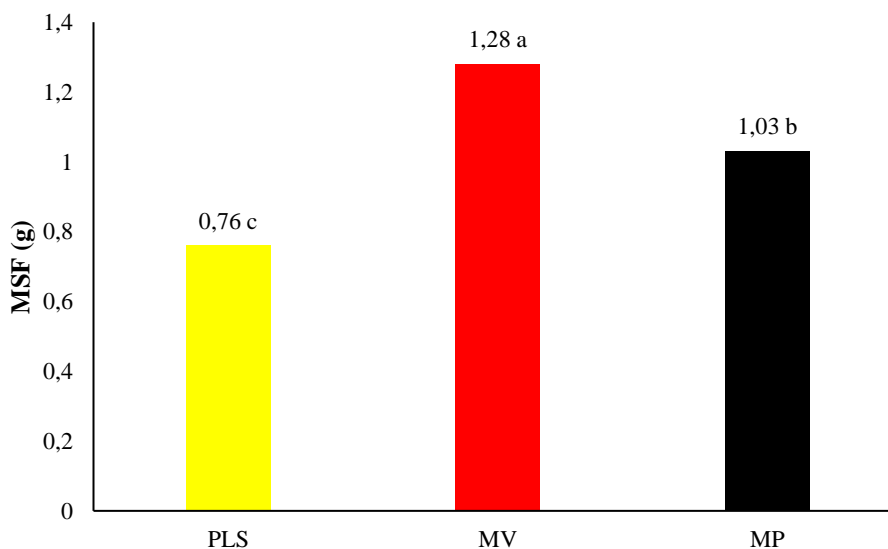
Tabela 4 - Massa da matéria seca da folha (MSF) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivadas sob ambientes de luz e fontes de adubo orgânico.

Adubo orgânico	Massa da matéria seca da folha (g)		
	Ambiente de luz		
	Pleno sol	Malha preta	Malha vermelha
Esterco bovino	1,18 ^{aC}	1,37 ^{aB}	1,50 ^{aA}
Húmus de minhoca	0,81 ^{bC}	1,08 ^{abB}	1,37 ^{aA}
Esterco ovino	0,09 ^{cC}	0,83 ^{bB}	0,97 ^{bA}

Letras minúsculas diferentes nas colunas explicam o efeito das fontes de adubo orgânico e letras maiúsculas diferentes na linha representam o desempenho das mudas nos ambientes de luz, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Plantas aclimatizadas sob MV desempenharam maior rendimento médio de MSF (40,62%) em relação àquelas provenientes do ambiente PLS (Figura 1). Estes resultados discordam dos observados por Almeida et al. (2021) em plantas de manjerição sob diferentes ambientes de cultivo. A MV é confeccionada com aditivos especiais que tem a função de converter a luz direta em singulares filtros de luz difusa, ou seja, manipulam o espectro solar estimulando assim a eficiência do processo fotossintético (Orquidário Irimim, 2022).

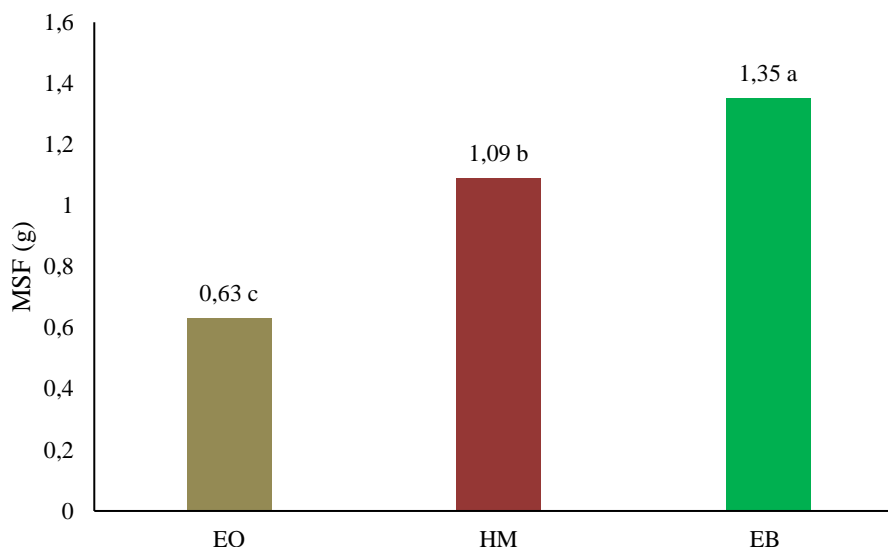
Figura 1 - Massa da matéria seca da folha em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivada em diferentes ambientes de luz.



PLS – Pleno Sol, MV – Malha vermelha e MP – Malha preta. Letras distintas sobre as barras diferem-se significativamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5,0 % de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022)

Em relação à influência das fontes orgânicas no rendimento da MSF, verifica-se que plantas de rúcula cultivadas com EB desempenharam maior incremento em torno de 53,33% quando comparadas àquelas cultivadas com EO (Figura 2). Corroborando com estes resultados, Silva et al. (2020) verificaram aumento significativo no rendimento da MSF em plantas de *Salvia officinalis* quando nutridas com EB. Esta resposta pode estar relacionada a baixa relação C/N (carbono/nitrogênio) na composição química do EB, implicando-se em alta velocidade de mineralização com consequente absorção radicular, translocação e assimilação de íons essenciais e benéficos nas folhas (Quandt et al., 2015).

Figura 2 - Rendimento médio da massa de matéria seca em folhas (MSF) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivada em substratos orgânicos.



EO - Esterco ovino, HM – Húmus de minhoca, EB- Esterco bovino. Letras distintas sobre as barras diferem-se estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5,0 % de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Em relação à massa da matéria seca do caule (MSC), observa-se que somente houve efeito significativo na interação das fontes de variação no ambiente PLS com uso do EO, sendo que plantas cultivadas neste tratamento resultaram incremento médios de 3,43 vezes maior ao das desenvolvidas com o EB (Tabela 5). Corroborando com estes resultados, Pereira et al. (2014) observaram maior rendimento da MSC em plantas do girassol cultivadas com esterco ovino. Nas condições as quais as plantas foram desenvolvidas, ou seja, a PLS com EO, ocorreram maiores alocações de nutrientes e assimilação no caule.

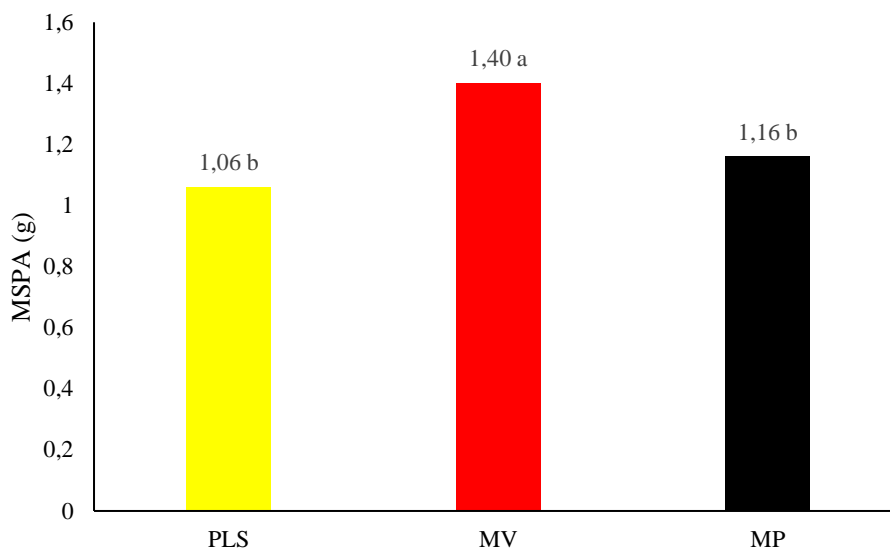
Tabela 5 - Massa da matéria seca do caule (MSC) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivadas sob ambientes de luz e fontes de adubo orgânico.

Adubo orgânico	Massa da matéria seca do caule (g)		
	Ambiente de luz		
	Pleno sol	Malha preta	Malha vermelha
Esterco bovino	0,16 ^{bA}	0,15 ^{aB}	0,12 ^{aB}
Húmus de minhoca	0,18 ^{bA}	0,13 ^{aB}	0,13 ^{aB}
Esterco ovino	0,55 ^{aA}	0,11 ^{aB}	0,10 ^{aB}

Letras minúsculas diferentes nas colunas explicam o efeito das fontes de adubo orgânico e letras maiúsculas diferentes na linha representam o desempenho das mudas nos ambientes de luz, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

A massa seca da parte aérea (MSPA) é um importante parâmetro morfológico para avaliação do crescimento e produção vegetal (Peixoto et al., 2020). Verifica-se efeito significativo dos ambientes de luz no rendimento da MSPA, destacando-se as plantas de rúcula cultivadas sob MV com superioridade 24,28% e 17,14% em comparação àquelas cultivadas a PLS e sob MP respectivamente (Figura 3). Corroborando com estes resultados, Matos et al. (2017) relataram efeito da MV na MSPA em plantas de manjericão. Observa-se nesta presente pesquisa que só houve interferência da qualidade da luz e não da sua intensidade. A malha fotoconversora vermelha, constituída por aditivos, manipula a luz que é direcionada no crescimento e acúmulo de fitonutrientes por plantas, otimizando assim, a produtividade e a qualidade em ambientes controlados (Dou et al., 2017).

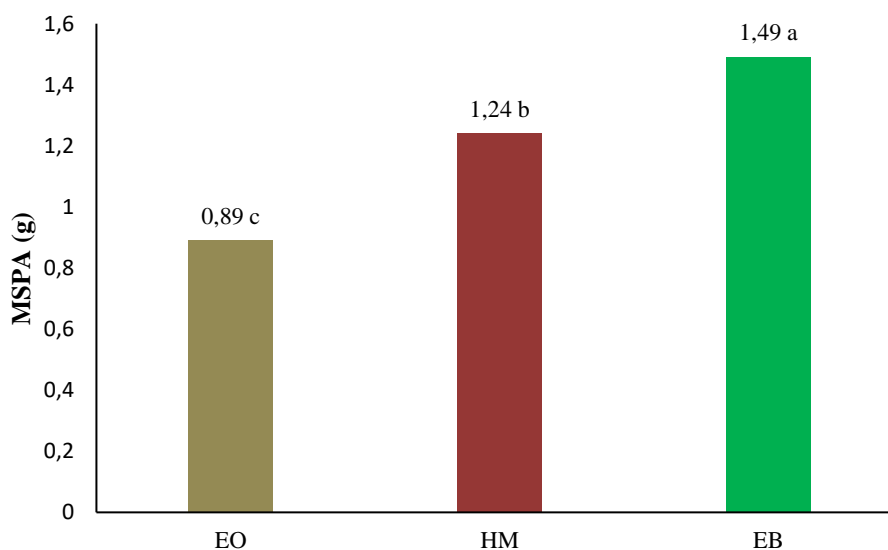
Figura 3 - Rendimento médio da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivada em diferentes ambientes de luz.



PLS – Pleno Sol, MV – Malha vermelha e MP – Malha preta. Letras distintas sobre as barras diferem-se significativamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5,0 % de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

A fonte orgânica foi outro fator que interferiu significativamente na MSPA. Observa-se que plantas cultivadas com EB apresentaram maior acúmulo médio de MSPA, 40,26%, em relação àquelas nutridas com EO (Figura 4). Validando estes resultados, Novaes et al (2021) constataram maior matéria seca da parte aérea em plantas de rúcula e coentro quando cultivadas com EB. Este efeito também foi verificado por Batista et al. (2021) em hortaliças não convencionais quando cultivadas com EB. De acordo Almeida et al. (2022), a eficiência de adubos orgânicos no desenvolvimento das culturas é influenciada por diversos fatores como a quantidade utilizada, a variedade, a composição química e condições edafoclimáticas.

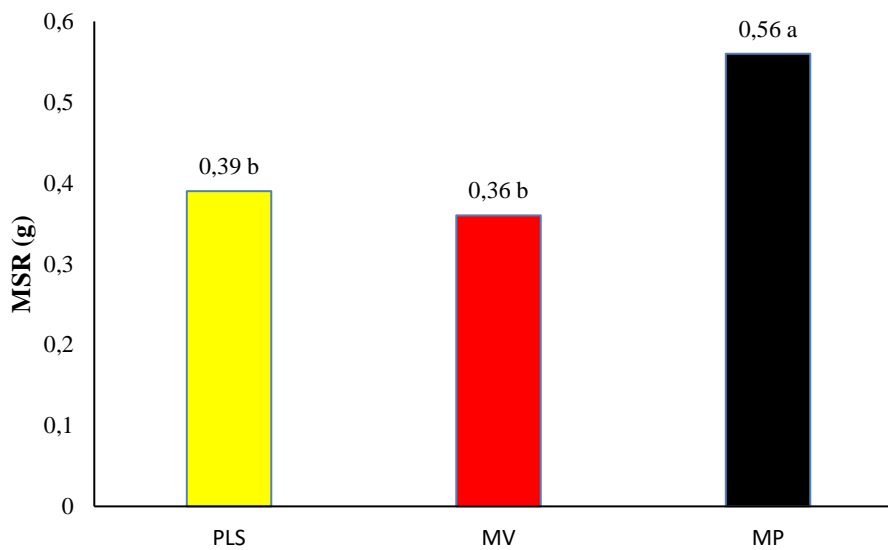
Figura 4 - Rendimento médio da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivada em substratos orgânicos.



EO - Esterco ovino, HM – Húmus de minhoca, EB- Esterco bovino. Letras distintas sobre as barras diferem-se estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5,0 % de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Em relação à matéria seca da raiz (MSR), houve diferença significativa dos efeitos isolados dos fatores de variação. Quanto ao ambiente de luz, plantas crescidas sob MP apresentaram maior acúmulo de MSR com incremento de 35,71% e 30,35% em relação àquelas cultivadas a PLS e MV, respectivamente (Figura 5). Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2011) em plantas de alfavaca cultivadas sob malhas de sombreamento. Os resultados do presente estudo evidenciam que a intensidade da radiação solar afeta o rendimento da massa seca da raiz em plantas de rúcula, a MP favorece um microclima com maior umidade do ar, do solo e temperaturas mais amenas, conseqüentemente uma menor taxa evapotranspirativa favorecendo o desenvolvimento vegetal (Borella et al., 2021).

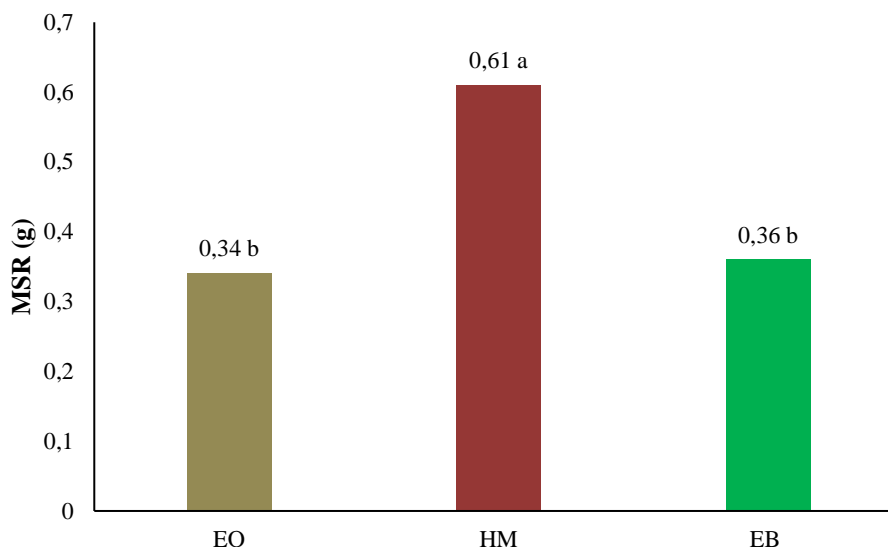
Figura 5 - Rendimento médio da massa da matéria seca da raiz em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivada em diferentes ambientes de luz.



PLS – Pleno Sol, MV – Malha vermelha e MP – Malha preta. Letras distintas sobre as barras diferem-se significativamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5,0 % de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Sobre a interferência das fontes de adubos orgânicos, verifica-se que plantas de rúcula cultivadas com HM resultaram maior acúmulo de MSR com incremento de 44,26% e 40,98% em relação àquelas cultivadas com EO e EB (Figura 6), respectivamente. Contrariando estes resultados, Silva et al. (2019), não verificaram diferença estatística destes compostos sobre a MSR em plantas de pimenta e pimentão. O HM favoreceu melhores condições físicas e químicas do substrato. Dentre os nutrientes, o fósforo disponível na solução do solo favorece a formação de novas raízes, ao alongamento e, portanto, maior desenvolvimento do sistema radicular (Grant et al., 2022).

Figura 6 - Rendimento médio da massa de matéria seca da raiz (MSR) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivada em substratos orgânicos.



EO - Esterco ovino, HM – Húmus de minhoca, EB- Esterco bovino. Letras distintas sobre as barras diferem-se estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5,0 % de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

Em relação ao rendimento da massa da matéria seca total (MST), verifica-se que houve interação significativa entre os ambientes de luz e os substratos orgânicos (Tabela 6). As maiores médias de MST foram obtidas em plantas de rúcula cultivadas sob MP com EB (1,79 g planta⁻¹) e HM (2,0 g planta⁻¹), e sob MV com EB (1,88 g planta⁻¹) e HM (1,93 g planta⁻¹). Resultados semelhantes desses ambientes da MST foram observados em culturas, tais como a melissa (Brant et al., 2009), almeirão (Lazzaretti et al., 2021) e salsa (Silva et al., 2021 a). Infere-se que a intensidade da irradiação luminosa foi o fator que mais interferiu no rendimento da MST. Plantas aclimatizada em ambiente sombreado apresentam maior condutância estomática, ou seja, maior será o tempo de abertura dos estômatos e o uso eficiente de água, como consequência maior será acúmulo de matéria seca da planta (Silva et al., 2020; Lima et al., 2021).

Tabela 6 - Massa média da matéria seca total (MST) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivadas sob ambientes de luz e fontes de adubo orgânico.

Adubo orgânico	Massa da matéria seca total (g)		
	Ambiente de luz		
	Pleno sol	Malha preta	Malha vermelha
Esterco bovino	1,90 ^{aB}	1,78 ^{aA}	1,88 ^{aA}
Húmus de minhoca	1,63 ^{aB}	2,00 ^{aA}	1,93 ^{aA}
Esterco ovino	0,81 ^{bB}	1,40 ^{bA}	1,47 ^{bA}

Letras minúsculas diferentes nas colunas explicam o efeito das fontes de adubo orgânico e letras maiúsculas diferentes na linha representam o desempenho das mudas nos ambientes de luz, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

A relação entre as massas das matérias secas da raiz e da parte aérea (RMSR/MSF) é uma variável que expressa a alocação de fotoassimilados para o sistema radicular sendo influenciada pelo ambiente de luz e fontes de adubo orgânico (Silva et al., 2021b). Quanto à MSR/MSF, verifica-se que os maiores rendimentos foram obtidos na interação do ambiente MP com HM e EO, com incremento de 48,44% e 31,25%, respectivamente, comparado com àquelas cultivadas com EB no mesmo ambiente (Tabela 7).

Tabela 7 - Relação média entre as massas das matérias secas da raiz e folha (RMS/RMSF) em plantas de rúcula variedade Folha Larga cultivadas sob ambientes de luz e fontes de adubo orgânico.

Adubo orgânico	Relação das massas das matérias secas da raiz e folha		
	Ambiente de luz		
	Pleno sol	Malha preta	Malha vermelha
Esterco bovino	0,24 ^{bB}	0,33 ^{bA}	0,16 ^{bC}
Húmus de minhoca	0,62 ^{aB}	0,64 ^{aA}	0,28 ^{abC}
Esterco ovino	0,25 ^{bB}	0,48 ^{abA}	0,35 ^{aC}

Letras minúsculas diferentes nas colunas explicam o efeito das fontes de adubo orgânico e letras maiúsculas diferentes na linha representam o desempenho das mudas nos ambientes de luz, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Dados da presente pesquisa (2022).

4. Considerações Finais

O rendimento da fitomassa em plantas de rúcula Folha Larga é influenciado pelos diferentes ambientes de luz e substratos orgânicos;

Maior acúmulo de massa da matéria seca em folha da rúcula é obtido em ambiente com malhas fotoconversora vermelha tanto com húmus de minhoca quanto ao esterco bovino;

Ambiente sem malha e esterco ovino favorece incremento da massa seca do caule;

Há maior rendimento da massa seca da raiz nas plantas são cultivadas sob malha preta e húmus de minhoca.

Plantas de rúcula aclimatizadas em ambientes sombreado, sob malha vermelha ou preta, resultam em maior rendimento de fitomassa quando nutridas com substratos constituídos por esterco bovino e húmus de minhoca.

Maior concentração de matéria seca da parte aérea em plantas de rúcula é obtida sob malha vermelha e esterco bovino, utilizando a mesma rede com substrato derivado de esterco ovino e húmus de minhoca obtém maior relação das massa seca da raiz e parte aérea.

Tornam-se necessárias mais pesquisas sobre o desenvolvimento e produção de culturas em ambientes de luz e substratos orgânicos afim de aumentar a produção e qualidade dos alimentos.

Referências

- Almeida, V. F. R. de, Pierre, B. S., Almeida, R. R. de, Alves, S. M. de F. & Teixeira, G. C. da S. (2022). Produção de massa seca da alface-crespa em função de diferentes doses de esterco bovino e NPK. *Anais da UEG*. <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/download/12268/10261>
- Almeida, V. G. S. de, Souza, G. S. de, Oliveira, A. S., Jesus, R. R. de & Silva, J. S. (2021). Influência da luminosidade sobre a fitomassa e qualidade da planta de *Ocimum basilicum* L. *Brazilian Journal of Development*. 7 (6), 58404-58415. 10.34117/bjdv7n6-303.
- Araújo, A. G. de, Pasqual, M., Miyata, L. Y., Castro, E. M. de & Rocha, H. S. (2009). Qualidade de luz na biometria e anatomia foliar de plântulas de *Cattleya loddigesii* L. (Orchidaceae) micropropagadas. *Ciência Rural*. 39 (9), 1-9, 10.1590/S0103-84782009000900019
- Barros, J. F. C., *Fertilidade do solo e Nutrição das plantas* (2020). Universidade de Évora. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/28120/1/P.%20Pedag%C3%B3gica%20-%20Fertiliza%C3%A7%C3%A3o%20das%20culturas.pdf>
- Batista, D. S., Mantovani, J. R., Silva, L. F. L., Souza, D. C. de & Landgraf, P. R. C. (2021). Organic fertilization in the production and chemical composition of non-conventional leafy vegetables. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 51, e66508-e66508. 10.1590/1983-40632021v51i166508.
- Borella, D. R., de Souza, A. P., Silva, K. N. C., dos Santos, L. M. M., Ximenes, E. S. O. C. & dos Anjos, A. M. (2021). Dinâmica e estimativas da temperatura e umidade relativa do ar em viveiros protegidos com diferentes sombreamentos. *Nativa*, 9(1), 62-75. 10.31413/nativa.v9i1.11437.
- Brant, R. da S., Pinto, J. E. B. P., Rosa, L. F., Albuquerque, C. J. B., Ferri, P. H. & Corrêa, R. M. (2009). Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Ciência Rural*. 39 (5), 10.1590/S0103-847820090005000083
- Caron, B. O., Medeiros, Sandro L. P., Manfron, P. A., Schmidt, D., Bianchi, C. & Pommer, S. F. (2003). Eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de alface. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 11(2). 261-268.
- Dias, R. dos S., Ferreira, D. de J., Araújo, W. K. O. & Santos, R. L. (2012). A produção de hortaliças pela agricultura familiar no município de Humildes – Bahia. *XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária*. http://www.lagea.ig.ufu.br/xxlenga/anais_enga_2012/eixos/1416_1.pdf
- Dou, H., Niu, G., Gu, M. & Masabni, J. G. (2017). Effects of light quality on growth and phytonutrient accumulation of herbs under controlled environments. *Horticulturae*. 3 (36), 1-11, 10.3390/horticulturae3020036

- Grant, C. A., Flaten, D. N., Tomasiewicz, D. J. & Sheppard, S.C. (2022). A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. *Informações Agronômicas*. [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)
- ISLA, (2022) 545 - Rúcula Donatella (Folha Larga) Orgânica. <https://www.isla.com.br/produto/rucula-donatella-folha-larga-organica/545>
- Lazzaretti, P., Leite, T. R. da C., Rocha, R. R., Silva, R. M. da, Neves, J. F., Ferreira, F. da S., Ponce, F. da S. & Seabra Júnior, S. (2021). Produção de cultivares de almeirão sob diferentes telados e campo aberto em clima tropical. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. 12 (12).
- Lima, B. V., Santos, A. F., Fernandes, A. de F., Fuga, C. A. G., Barreto, R. W. & Silva, R. V. (2019). Novas opções de substratos para o cultivo de *Cyrtopodium cardiochilum* (Orchidaceae). *Colloquium Agrariae*. 15(4), 100–106. 10.5747/ca.2019.v15.n4.a316
- Matos, L. S., Anjos, G. L. dos, Souza, D. dos S., Santos, N. S. dos & Santos, A. R. dos. (2017). Rendimento de fitomassa de manjeriço cultivado em diferentes ambientes de luz. *Enciclopédia Biosfera*. 14 (25), 1136-1144. 10.18677/EnciBio_2017A92
- Nabuco, C. (2022). Benefícios e modos de uso de couve, brócolis e mais vegetais verde-escuros. <https://saude.abril.com.br/alimentacao/couve-espinafre-brocolis-saiba-tudo-sobre-os-vegetais-verde-escuros/>
- Novaes, A. P. da S., Machado, J. P., Braulio, C. da S., Oliveira, L. da P., Novaes, A. C. da S., Silva, L. C. V. & Quintela, M. P. (2021). Fontes de adubação orgânica no consórcio de coentro e rúcula em Cruz das Almas - BA. *Research, Society and Development*. 10 (13), 1-10. 10.33448/rsd-v10i13.20548
- Nunes, J. da S. L., Silva, T. G. F. da, Souza, L. S. B. de, do Araújo Junior, N G. & Salvador, K. R. da S. (2021). Índices morfofisiológicos e biofísicos da palma forrageira sob diferentes ambientes de crescimento. *Arquivos de Zootecnia*. 70 (271). 230-238. <http://www.universidaddecordoba.eu/ucopress/az/index.php/az/article/download/5503/3443>
- Oliveira, A. (2022). 6 recomendações para plantar rúcula. <https://www.cpt.com.br/cursos-horticultura-agricultura/artigos/6-recomendacoes-para-plantar-rucula/>
- Orquidário Irimim (2022). ChromatiNet Vermelho Fotoconversora 50% 1,5 mt. Largura <https://www.orquidarioirimim.com.br/chromatinet-vermelho-fotoconversora-50-1-5-mt-largura>.
- Pagliarini, M. K., Castilho, R. M. M. de, Moreira, E. R. & Barros, M. C. A. (2015). Caracterização física e química de substratos com diferentes proporções de resíduo de celulose. *Ornamental Horticulture*. 21 (4), 33-38.
- Paz, J. A. A. da S. & Amorim, A. V. (2020). Influência do ambiente e do biofertilizante misto na ecofisiologia de plantas de pimentão. *Brazilian Journal of Development*. 6 (6), 40333-40347. 10.34117/bjdv6n6-536
- Peixoto, C. P., Almeida, A. T., Santos, J. M. da S. dos & Poelking, V. G. de C. & Oliveira, E. R. (2020). *Curso de Fisiologia vegetal*. UFRB
- Pereira, T. de A., Souto, L. S., Sá, F. V. da S., Paivam E. P. de, Souza, D. L. de, Silva, V. N. & Souza, F. M. de. (2014). Esterco ovino como fonte orgânica alternativa para o cultivo do girassol no semiárido. *Agropecuária Científica no Semiárido*. 10 (1),59-64. <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/513/pdf>
- Quandt, M. A. S., Nascimento, L. S., Romão, B. C., Fortunato, F. & Venera Júnior, J. C. (2015). Estabilização e condicionamento de esterco suínos e bovinos via compostagem. *Trabalho final*.
- R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. *R Foundation for Statistical Computing*. <https://www.R-project.org/>
- Silva, A. V. L. da (2010) Uso de manipueira como biofertilizante na cultura da rúcula (*Eruca sativa* Miller) cultivada em estufa. Trabalho de conclusão de curso.
- Silva, J. de J. da, Santos, A. R. dos, Sousa, G. S. de, Anjos, G. L. dos, Ferreira, P. M., Jesus, R. S. de & Moreira, G. C. (2020). Ambientes de luz e substratos orgânicos na produção e diagnose nutricional de *Salvia officinalis* L. *Brazilian Journal of Development*. 6 (3), 15447-15465. 10.34117/bjdv6n3-426
- Silva, L. C. V., Souza, G. S. de, Braulio, C. da S., Santos, A. R. dos, Santos, J. da S., Oliveira, A. S., Oliveira, E. C. de & Fiuza Júnior, F. J. da S. (2021 a). Características comerciais em variedades de salsa cultivadas sob diferentes ambientes de luz. *Brazilian Journal of Development*, 7 (1), 55705-5713. 10.34117/bjdv7n1-388
- Silva, L. C. V., Souza, G. S. de, Santos, A. R. dos, Braulio, C. da S., Amorim, L. M., Brito, G. S., Santos, J. da S. & Oliveira, A. S. (2021 b). Ambientes de luz e substratos orgânicos no crescimento e qualidade de mudas de noni. *Brazilian Journal of Development*. 7(12), 120706-120719. 10.34117/bjdv7n12-712.
- Silva, L. P. da, Oliveira, A. C. de, Alves, N. F., Silva, V. L. da & Silva, T. I. da. (2019). Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. *Colloquium Agrariae*. 15 (3), 104-115. 10.5747/ca.2019.v15.n3.a303.
- Souza, G. S. de, Silva, J. dos S., Santos, A. R. dos, Gomes, D. G. & Oliveira, U. C. de. (2011). Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em alfavaca cultivada sob malhas coloridas e adubação fosfatada. *Enciclopédia Biosfera*. 7 (13), 296 - 306.
- Taiz, I., Zeiger, E., Moller, I. M. & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Artmed.
- Trani, P. E., Fornasier, J. B. & Lisbão, R. J. (1992). Cultura da Rúcula. *Boletim Técnico*.
- Wathier, G. (2022). Os 5 principais manejos de temperatura em cultivo protegido. <https://elysios.com.br/blog/5-principais-manejos-de-temperatura-de-cultivo-protegido/>
- Zanin, T. (2022). Rúcula: 11 incríveis benefícios para a saúde e receitas saudáveis. <https://www.tuasaude.com/beneficios-da-rucula/>