

Produção da Rúcula com adubação orgânica e doses de urina bovina

Production of rocket with organic fertilization and doses of bovine urine

Producción de rúcula con fertilización orgánica y dosis de orina bovina

Recebido: 27/05/2021 | Revisado: 03/06/2021 | Aceito: 09/06/2021 | Publicado: 23/06/2021

Adiel Felipe da Silva Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8571-6125>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: felipe.adiel@gmail.com

Hammady Ramalho e Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3475-3417>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: hresoares@hotmail.com

Antônio Ricardo Santos de Andrade

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

José Edson Florentino de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3641-2221>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
Email: joseedson50@hotmail.com

Valentín Rubén Orcón Zamora

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6010-5806>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: vorcon2871@gmail.com

Cleber Júnior Jadoski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0399-4381>
Universidade Católica Dom Bosco, Brasil
E-mail: rf4675@ucdb.br

Sidnei Osmar Jadoski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6064-2767>
Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil
E-mail: sjadoski@unicentro.br

Willas Mendonça dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-2896>
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil
E-mail: willas2017.2aa@gmail.com

Maria Beatrice Gueiros Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8039-0173>
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil
E-mail: beatrice.gueiros@gmail.com

Edes Torres da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1686-663X>
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil
E-mail: edestorres@gmail.com

Edijailson Gonçalves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1436-1718>
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil
E-mail: edijailsongoncalves@gmail.com

José Eduardo Cordeiro Cezar Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-2959>
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil
E-mail: eduardocordeiro@hotmail.com

Resumo

A adubação orgânica na produção de hortaliças promove a melhoria da qualidade do solo e disponibilidade de nutrientes para as plantas. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de urina bovina combinadas com adubações orgânicas à base de esterco bovino e compostagem, no cultivo da rúcula cv. “Agatha”. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), em condições de campo. 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. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 2, com quatro repetições totalizando 48 parcelas experimentais. Foram avaliadas a altura das plantas, o número de

folhas, massas frescas e seca da parte aérea e a relação raiz parte aérea. As adubações orgânicas foram benéficas para todas as variáveis estudadas. Verificou-se que o aumento das doses de urina bovina utilizando a compostagem proporcionou incremento na produção da massa seca da parte aérea e no número de folhas. Por outro lado, o efeito isolado da urina bovina demonstrou redução na relação raiz parte aérea e aumento da massa fresca e altura de planta.

Palavras-chave: Adubos orgânicos; Sustentabilidade ambiental; Produção orgânica; *Eruca sativa*.

Abstract

Organic fertilization in vegetable production improves soil quality and nutrient availability for plants. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of doses of bovine urine combined with organic fertilizers based on cattle manure and compost, on the cultivation of rocket cv. "Agatha". The experiment was carried out at the Federal University of the Agreste of Pernambuco (UFAPE), under field conditions. The treatments consisted of six doses of bovine urine (20, 40, 60, 80, 100, 120 mL) and applications of organic fertilizer based on tanned bovine manure and compost. The experimental design was randomized blocks in a 6 x 2 factorial scheme, with four replications totaling 48 experimental plots. Plant height, number of leaves, fresh and dry mass of shoots and root-to-shoot ratio were evaluated. Organic fertilization was beneficial for all studied variables. It was verified that the increase in the doses of bovine urine using compost provided an increase in the production of dry mass of the aerial part and in the number of leaves. On the other hand, the isolated effect of bovine urine was demonstrated a reduction in the shoot root ratio and an increase in fresh mass and plant height.

Keywords: Organic fertilizers, Environmental sustainability; Organic production; *Eruca sativa*.

Resumen

La fertilización orgánica en la producción de vegetales mejora la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dosis de orina bovina combinadas con fertilizantes orgánicos a base de estiércol de ganado y compost, sobre el cultivo de rúcula cv. "Agatha". El experimento se llevó a cabo en la Universidad Federal de Pernambuco (UFAPE), en condiciones de campo. Los tratamientos consistieron en seis dosis de orina bovina (20, 40, 60, 80, 100, 120 mL) y aplicaciones de fertilizante orgánico a base de estiércol bovino curtido y compost. El diseño experimental fue de bloques al azar en un esquema factorial de 6 x 2, con cuatro repeticiones para un total de 48 parcelas experimentales. Se evaluó la altura de la planta, el número de hojas, la masa fresca y seca de brote y la relación raíz / brote. La fertilización orgánica resultó beneficiosa para todas las variables estudiadas. Se verificó que el aumento en las dosis de orina bovina con el compost proporcionó un aumento en la producción de masa seca de la parte aérea y en el número de hojas. Por otro lado, el efecto aislado de la orina bovina demostró una reducción en la proporción de raíz al brote y un aumento en la masa fresca y la altura de la planta.

Palabras clave: Fertilizantes orgánicos; Sostenibilidad ambiental; Producción orgánica; *Eruca sativa*.

1. Introdução

A implantação de novas tecnologias para a produção de alimentos encontra-se bastante difundida, principalmente, na produção de alimentos saudáveis e livres de substâncias nocivas que podem comprometer a saúde humana a longo prazo (Carvalho, 2017; Neder et al., 2019). Mesmo com o aumento da produtividade das culturas alimentícias, o modelo tecnológico proveniente da agricultura convencional gera inúmeros impactos sociais, econômicos e ambientais, conflitando com uma agricultura baseada em princípios de desenvolvimento sustentável (Santos et al., 2016; Oliveira et al., 2017).

Neste contexto, surge a importância da produção orgânica de hortaliças que vem se estabelecendo e tornando-se essencial do ponto de vista ambiental 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 (Coutinho et al., 2019). A produção orgânica dos alimentos está condicionada ao emprego de fertilizantes naturais durante todo o ciclo de cultivo.

Os fertilizantes naturais atuam como adubo orgânico através do processo de reciclagem da matéria orgânica de origem vegetal e animal, formando um composto na forma líquida ou sólida que podem proporcionar a fertilização do solo e disponibilidade de nutrientes para as plantas (Melo et al., 2011; Lustosa et al., 2017; Medeiros et al., 2019). A produção de hortaliças com a utilização de fontes de adubos orgânicos 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 (Zhou et al., 2019), além destes fertilizantes serem de fontes finitas encontradas na natureza.

Neste contexto, a urina e o esterco bovino curtido e a compostagem apresentam viabilidade na adubação orgânica, pois, são fontes de nutrientes mineralizados essenciais como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, boro, cobre, zinco, sódio, cloro, cobalto e molibdênio, sendo o nitrogênio e potássio mais importantes para as plantas, além disso, podem ser utilizados no controle fitossanitário (Oliveira et al., 2019).

Pesquisas no cultivo de hortaliças têm demonstrado a viabilidade do uso da adubação orgânica (Sediyama et al., 2014; Silva et al., 2015; Ganesapillai et al., 2015; He et al., 2016; Ronga et al., 2017; Bezerra Junior et al., 2018; Araújo et al., 2018; Ronga et al., 2019), entretanto, na maioria desses estudos é levado em consideração apenas o efeito de um único tipo de fertilizante orgânico como fonte de variação.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho identificar e caracterizar diferenças na resposta do crescimento e produção de rúcula cv. “Agatha” expostas a diferentes fontes de adubação orgânica.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido no período de 60 dias após o transplanto das mudas, que correspondeu ao mês de julho e agosto de 2019 na área experimental da 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 Referência Geocêntrico para las Américas).

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 (Tabela 1).

Tabela 1. Característica química do solo na profundidade de 0–20 cm da área experimental na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Parâmetros ⁽¹⁾					
pH	P	K	Ca	Al	Mg
-----	Mg/dm ³		-----	-----	-----
			Cmolc/dm ³		
4,20	40,0	0,15	4,60	1,20	1,70

¹ Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Recife-PE. Fonte: Autores.

Para testar o efeito das doses de urina bovina e adubações orgânicas foi utilizada a cultura da rúcula cv. “Agatha”. 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.

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 (20, 40, 60, 80, 100, 120 mL) 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 transplântio 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) (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química da urina bovina utilizada no experimento solo da área experimental da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Nutrientes (mg L ⁻¹) ⁽¹⁾												
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Na	Cl
11.975	97	2.567	5,5	350	47	4,2	4,1	3	7	115	2.010	1.800

¹ Análise realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. ¹ Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Recife-PE. Fonte: Autores.

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 nas parcelas experimentais correspondente aos tratamentos na quantidade de 1kg 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) (Souza, 2008).

O esterco bovino curtido foi obtido na no curral pertencente a clínica de bovinos da (UFAPE) e aplicado nas unidades experimentais correspondente aos tratamentos onde esta fonte é resultante de um processo de empilhamento, aplicação de água e reviramento do material orgânico para obtenção do produto final, procedimento este, essencial para evitar a infestação de substancias toxicas para as plantas e meio ambiente. 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 mg dm⁻³; Ni = 16,5 mg dm⁻³ e Cr = 35,5 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 compostagem foi obtida na área experimental da (UFAPE) em função da decomposição da matéria orgânica dos resíduos de origem animal e vegetal presentes. O composto final resultante do processo de compostagem foi aplicado ao solo também em parcelas experimentais correspondente aos tratamentos com objetivo da melhoria das características físicas e químicas, sem ocasionar riscos ao meio ambiente. A caracterização química da compostagem utilizada como adubo orgânico no experimento com rúcula foi obtida por meio de análise (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização química da compostagem utilizada como adubo orgânico no experimento com rúcula da área experimental da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

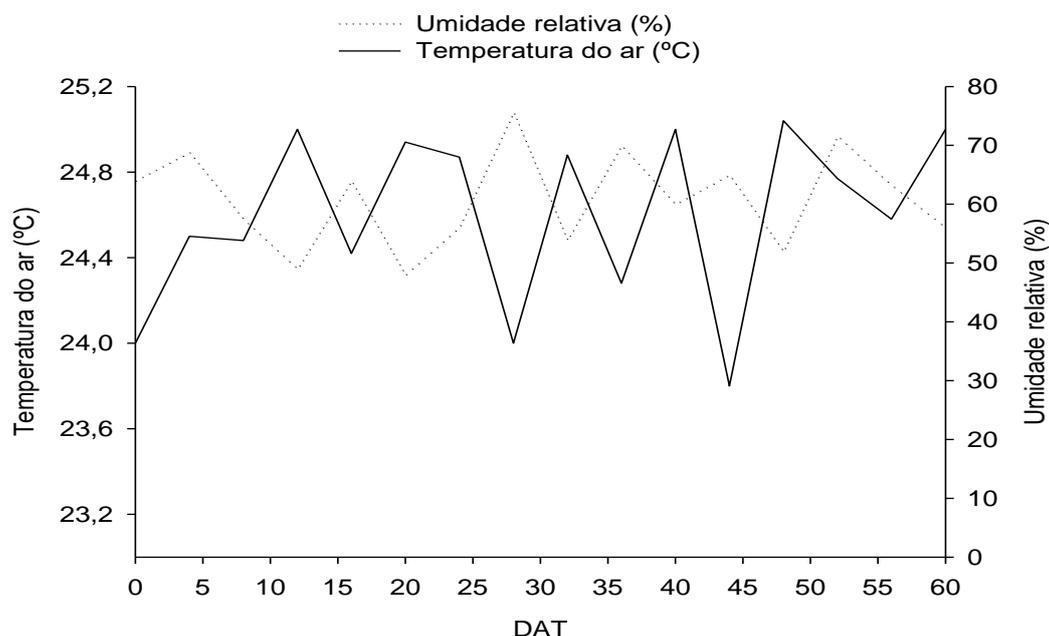
Material ⁽¹⁾	M. O.	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C/N
Arroz (cascas)	845,0	462,0	7,0	1,6	5,0	66/1
Bagaço de laranja	221,0	117,0	6,5	1,9	3,9	18/1
Borra de café	857,0	378,0	18,0	1,5	0,3	21/1
Capim-colonião	900,0	495,0	15	5,2	-	33/1
Esterco de galinha	530,0	300,0	30,0	46,0	17,8	10/1
Feijão guandu	939,0	514,0	19,0	6,0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

¹ Análise realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. ¹ Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), Recife-PE. Fonte: Autores.

Os tratamentos culturais empregados foram os defensivos orgânicos tais como a própria urina bovina e a calda de fumo para o controle fitossanitário com o auxílio de uma bomba de pulverizador costal. O manejo de aplicação iniciou a partir dos 15 dias após o transplante (DAT) até o final do ciclo da cultura. O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento com espaçamento de 20 cm entre emissores, vazão de 1,5 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 ½ 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 obtida pelo produto da ET_o com o coeficiente de cultura (k_c) proposto por Allen et al. (1998).

Para a avaliação da variação térmica diária e umidade relativa do ar foram utilizados termo-higrômetros com datalogger ajustados para a leitura dos parâmetros temperatura e umidade relativa do ar a cada hora do dia durante o ciclo da rúcula (Figura 1). Tais sensores foram abrigados na parte central dos canteiros, sob um anteparo de madeira, posicionado a 0,30 m do nível do solo.

Figura 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) ao longo do ciclo de cultivo da rúcula. Garanhuns, PE.



A colheita foi realizada em cada parcela experimental aos 60 DAT obtendo-se os valores médios dos parâmetros avaliados. A massa fresca (MFPA, g) e seca (MSPA, g) da parte aérea foram obtidas com auxílio da balança de precisão (0,001 g) – mediante pesagem imediatamente após a colheita e após o material vegetal atingir peso constante quando acondicionado em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, respectivamente. O número de folhas (NF, unidades) foi obtido por meio de contagem das folhas, a altura de planta (ALT, cm) foi obtida com o auxílio de fita métrica. A razão raiz parte aérea foi determinada de acordo metodologia proposta por Magalhães (1979), equação 1:

$$rRPA = \left(\frac{FSR}{FSPA} \right) \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde: FSR e FSPA correspondem a fitomassa seca da raiz e parte aérea, respectivamente.

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. Todas as análises foram realizadas com auxílio de um software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011) em nível de 0,05 de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

De acordo com análise de variância (Tabela 4) houve efeito isolado das doses de urina de bovina e aplicações de adubações orgânicas (esterco bovino e compostagem) ($p < 0,01$) sobre a massa fresca da parte aérea (MFPA), altura de planta (ALT) e relação raiz parte aérea (rRPA). Quanto à interação dos fatores (doses de urina bovina aplicações de adubações orgânicas) verificou-se efeito significativo para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e número de folhas (NF) Os coeficientes de variação oscilaram entre 6,92 a 14,3% sendo considerados baixos (Pimentel Gomes, 2000). Quando dos resultados para os fatores isolados, observou-se significância para todas as variáveis estudadas para doses e adubações.

Tabela 4. Resumo da análise de variância aplicada às variáveis massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, altura de planta (ALT), número de folhas (NF) e relação raiz parte aérea (rRPA) 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.

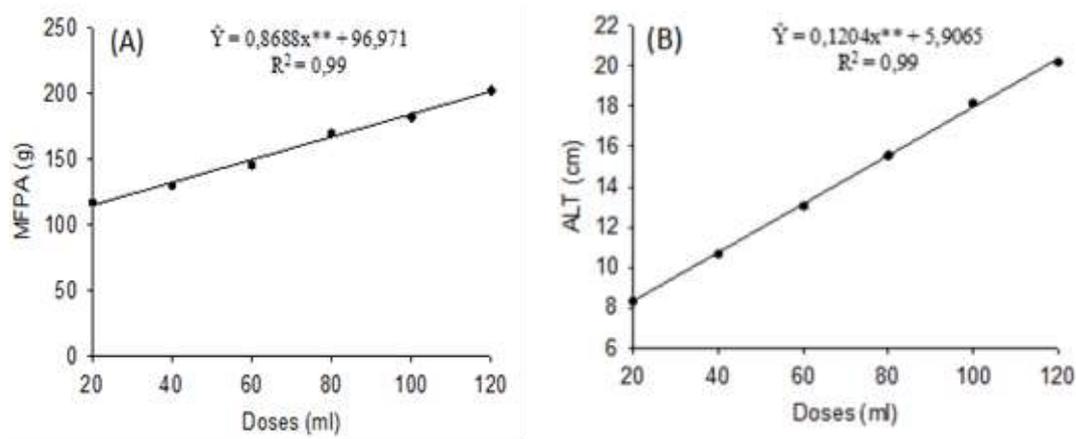
FV	GL	Quadrado médio				
		MFPA	MSPA	ALT	NF	rRPA
Bloco	3	2,5401 ns	3,8461 *	0,9327 ns	1,1641 ns	1,2095 ns
Doses	5	12,4683 **	61,9668 **	25,5870 **	168,6075 **	33,0558 **
Adubações	1	7,5507 **	244,0559 **	45,0784 **	175,9563 **	15,1759 **
Doses x Adubações	5	0,1725 ns	7,8314 **	1,9006 ns	9,2732 **	0,4000 ns
Resíduo	33	683,2404	3,9142	6,3495	0,7246	0,0135
CV(%)		16,5	14,3	17,5	6,92	24,0

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

Observou-se que o valor consideravelmente alto do coeficiente de variação experimental (CV) foi encontrado na relação raiz parte aérea (rRPA). Uma justificativa para o alto valor de CV desta variável é pelo fato de estas ser uma característica de medições pouco homogêneas. Também pode ser devido ao formato pouco uniforme das plantas o que incorre em alta variabilidade das medidas e, como consequência, altos valores de CV e desvio padrão.

Pode-se observar para a MFPA e a ALT da rúcula um aumento linear crescente em resposta às doses de urina de bovina, apresentando significância ao nível de $p < 0,01$ (Figura 2).

Figura 2. Análise de regressão para a massa fresca da parte aérea (MFPA) (A) e altura de planta (ALT) (B) em função das doses de urina de vaca aplicadas na cultura da rúcula.



Fonte: Autores.

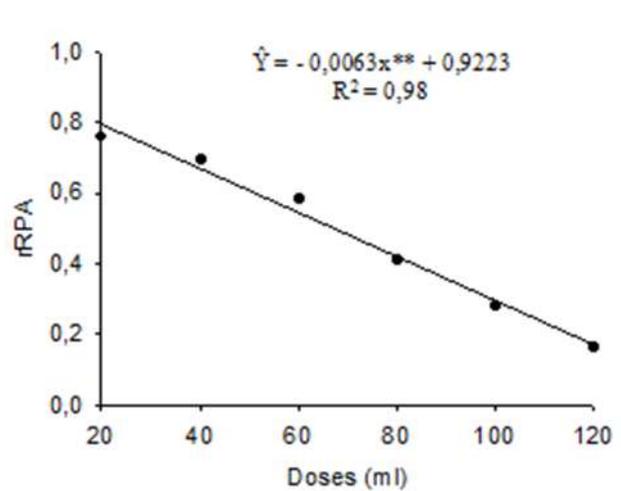
De acordo com a equação de regressão ajustada para os dados de MFPA (Figura 2A) e ALT (Figura 2B) verificaram-se valores da ordem de 201,2 g e 20,3 cm, respectivamente, na dose de 120 ml de urina bovina, resultados estes 76,18 e 144,58% maiores que o observado quando se utilizou a dose de 20 mL que apresentou valores estimados de 114,2 g e 8,3 cm para MFPA e ALT, respectivamente. Esses resultados são semelhantes daqueles encontrados por Araújo et al. (2018) onde verificou-se o acréscimo da MFPA e ALT com valores médios respectivamente de 0,19 g e 10,71 cm no crescimento da cebola “Baia Periforme”.

Os resultados obtidos neste trabalho para a MFPA corroboram com os encontrados por Gadelha et al. (2003) na cultura da alface o qual também foi constatado acréscimo de 10,32% na MFPA, em relação à testemunha, com aplicação no solo de 20 ml por planta de solução de urina bovina na concentração de 0,86%. Silva et al. (2015) constataram efeito semelhantes aos descrito na presente pesquisa para a cultura da pimenta. De acordo com os autores, nas plantas que foram utilizadas dosagens de urina de bovina em porcentagens 1% e 2%, obtiveram melhores resultados chegando a alturas (ALT) que variaram acima de 1,10 m e 1,20 m.

A utilização de doses urina bovina, utilizada como fonte de fertilização de baixo custo, forneceu nutrientes incrementando a MFPA e a ALT. De acordo com Bezerra Júnior et al. (2018) a utilização da urina de bovina em hortaliças fornece nutrientes mineralizados essenciais às plantas como N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Na, Cl, Co, Mo, sendo o N e o K os mais importantes podendo serem disponibilizados pelas plantas, permitindo assim, a substituição de adubos convencionais no manejo da cultura sendo assim, favorecendo a produção sustentável.

Pode-se também observar para rRPA da rúcula uma diminuição linear decrescente da em resposta às doses de urina bovina, apresentando significância ao nível de $p < 0,01$ (Figura 3).

Figura 3. Análise de regressão para a relação raiz para aérea (rRPA) em função das doses de urina bovina (ml) aplicadas na cultura da rúcula.



Fonte: Autores.

Verificou-se uma redução da rRPA utilizando doses crescentes de urina bovina de acordo com o modelo linear ajustado para este parâmetro em função do incremento das doses de urina bovina de 20 para 120 ml proporcionou redução de 393,75% na rRPA das plantas de rúcula com valores estimados de 0,79 e 0,16, respectivamente (Figura 3), evidenciando maior incorporação de biomassa na parte aérea das plantas em relação ao sistema radicular. Pode-se inferir que houve maior acúmulo de biomassa seca da parte aérea principalmente pela maior absorção e translocação de nutrientes para esse órgão da planta com o aumento das doses de urina bovina, uma vez as maiores doses continham maiores teores de nutrientes para as plantas.

Esse comportamento da rRPA é uma correlação de desenvolvimento, expressando o fato de que o crescimento radicular pode afetar a parte aérea e vice-versa Janegitz et al. (2011). Por isso verificou-se ao longo do ciclo da cultura da rúcula maior desenvolvimento da parte aérea em relação ao desenvolvimento radicular, na medida em que se aumentaram as doses de urina de bovina aplicada.

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão de acordo com aqueles encontrados por Belan et al. (2013) que ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de tomateiro constataram a redução de 13% da rRPA com o aumento da concentração de urina

bovina nas doses (0, 2, 4 e 7%). Lopes et al (2019) trabalhou com o crescimento inicial da cultura do rabanete submetida a níveis de e fontes de fertilizantes orgânicos, utilizando o esterco bovino, ovino e cama de galinha verificou que também houve a redução da relação raiz na parte aérea aplicando no maior nível de fertilizante (400 g.vaso⁻¹).

A urina bovina rica fonte de nutrientes para às plantas podendo ser utilizada na agricultura orgânica sem custo, por se tratar que não causa riscos à saúde de produtores e seus efeitos podem ser potencializados e assim, dando a disponibilidade de N e K para as plantas.

O esterco bovino também pode proporcionar a distribuição dos nutrientes pelas plantas, entretanto, só a utilização do mesmo de maneira isolada, não garante maiores eficiências na produção orgânica. Já o composto orgânico ou compostagem proveniente da transformação de resíduos e subprodutos em fertilizantes orgânicos pode proporcionar de forma significativa o aumento da eficiência do processo de disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas, já que estes são livres de contaminação química e biológica. (Leal, 2014).

Neste sentido, de acordo com os resultados, verificou-se o efeito isolado da adubação orgânica à base de esterco bovino e compostagem para a MFPA, ALT e rRPA (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para a massa fresca da parte aérea (MFPA), altura de planta (ALT) e relação raiz parte aérea (rRPA), em função das aplicações de adubações orgânicas na rúcula.

Adubação (1 kg m⁻²)	MFPA (g)	ALT (cm)	rRPA (Adimensional)
Esterco bovino	147,42 b	11,89 b	0,54 a
Compostagem	168,15 a	16,78 a	0,41 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 0,05. Fonte: Autores.

Observa-se que houve diferença significativa para os parâmetros MFPA, ALT, rRPA avaliados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em função da fonte de adubação orgânica. A utilização da compostagem proporcionou aumento de 12% para a MFPA, de 29,1% para a ALT e redução de 31,2% na rRPA em comparação com o esterco bovino curtido. A maior eficiência da compostagem para a MFPA a ALT pode ser explicada em função da matéria orgânica presente no composto, que influencia diversas características do solo, fornecendo fonte de carbono, elevando a população de microorganismos, disponibilização de nutrientes para as plantas, melhorando a CTC do solo, corrigindo a acidez, melhorando a infiltração, retenção de água, aeração entre outras características (Margo, 2012).

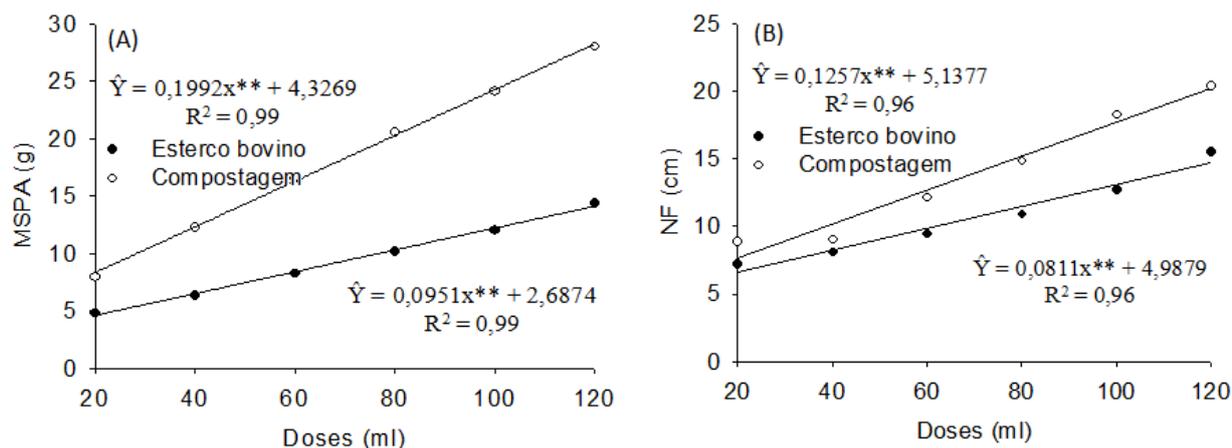
Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com aqueles descritos por Solino et al. (2010) que ao trabalharem com rúcula com a utilização de composto orgânico, a MFPA aumentou à medida que se elevou a aplicação das doses, atingindo os maiores valores na dose de 30 t ha⁻¹ e Oliveira et al. (2010) observaram aumentos de 23% na ALT das plantas com a utilização de adubação orgânica em relação a adubação mineral.

A maior rRPA foi observada quando utilizou-se a adubação orgânica à base de compostagem em relação ao uso do esterco bovino. Essa característica pode ser explicada em função do maior crescimento da parte aérea das plantas de rúcula como pode ser observado pelo incremento de MFPA com o uso da compostagem, consequentemente, uma menor relação C:N devido à presença de leguminosas na sua composição química influenciando na velocidade de liberação do N.

Os resultados obtidos Corrêa et al. (2010) a rRPA corroboram com aqueles encontrados, os mesmos testando doses de adubos orgânicos em plantas de Orégano (*Origanum vulgare* L.), sendo constatado redução da rRPA variando de 0,17 a 0,22 em plantas adubadas com esterco bovino.

Na Figura 4A e B, pode-se observar para a MSPA e o NF da rúcula um aumento linear crescente em resposta às doses de urina bovina e adubação orgânica com esterco bovino e compostagem apresentando significância ao nível de ($p < 0,01$) de acordo com a interação dos fatores estudados.

Figura 4. Análise de regressão para a massa seca da parte aérea (MSPA) (A) e número de folhas (NF) (B) em função das doses de urina bovina (ml) e adubações orgânicas com esterco bovino e compostagem aplicados na cultura da rúcula.



Fonte: Autores.

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 70,5 e 62,1% na produção de MSPA e NF, 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 67,4 e 55,1% para os respectivos parâmetros avaliados (Figura 4A e 4B).

O aumento da MSPA e do NF 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. Uma possível explicação de uma maior eficiência na produção de MSPA e do NF na utilização de doses crescentes de urina bovina com a compostagem é a maior assimilação do fósforo nesse processo pelos microorganismos em resposta ao aumento do metabolismo microbiano, além de que, na compostagem devido à presença de leguminosas e esterco de galinha, o teor de fósforo disponibilizado foi superior. Por outro lado, o aumento nas doses de urina bovina com esterco bovino proporcionou menores valores em comparação com a compostagem, pois, o esterco bovino apresentou maiores teores de matéria orgânica, proporcionando em média, menor liberação do fósforo.

O aumento do NF em função da aplicação de doses crescentes de urina bovina também foram descritos por Araújo et al. (2018), que constataram efeito positivo na aplicação da dose de 0,50%. Esta resposta positiva, conforme Freire et al. (2017), pode ter ocorrido em decorrência da ação da auxina (ácido indolacético) e do nitrogênio contido neste biofertilizante natural. Os resultados obtidos para a MSPA estão de acordo com os encontrados por Araújo et al. (2014) que ao avaliarem o efeito de fertilizante à base de urina bovina em plantas de pimentão, verificaram que ocorreu aumento do peso seco da parte aérea da planta em função do aumento das doses (0, 30, 60, 90 e 120 ml) com o esterco bovino.

4. Conclusão

A utilização de doses crescentes de urina bovina aumentou a produção de massa fresca da parte aérea, altura de planta e reduziu a relação raiz parte aérea nas plantas de rúcula cv “Agatha”.

A utilização da adubação orgânica à base de compostagem e esterco bovino proporcionou aumento na massa fresca da parte aérea, altura de planta e redução da relação raiz parte aérea obtendo melhores resultados com a compostagem.

O aumento da concentração da urina bovina proporcionou aumento dos parâmetros de produção da rúcula sendo esse efeito mais acentuado com a utilização da dose de 120 ml com a compostagem associada.

Referências

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements*. FAO, 301p.
- Araújo, J. B., Amorim, D. J., Santos, E. M. A. C., Morais, V. P., & Almeida, I. B. (2018). Crescimento de cebola “Baia Periforme” em função de aplicação de diferentes doses de biofertilizante a base de urina de vaca. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 10, 84-93.
- Araújo, D. L., Vêras, M. L. M., Alves, L. S., Andrade, A. F., & Andrade, R. (2014). Efeito de fertilizante à base de urina de vaca e substratos em plantas de pimentão. *Revista Terceiro Incluído*, 4(2), 173-185.
- Belan, L. L., Werner, E. T., Sturm, G. M., Coser, S., & Amaral, J. A. T. (2013). Urina de vaca e fosfito de cobre no crescimento e desenvolvimento de mudas de tomateiro. *Revista Agrotrópica*, 25(3), 171-180.
- Bezerra Junior, F. A., Oliveira Freire, J. L., Arruda, J. A., Azevedo, T. A. O., & Dantas, L. A. (2018). Avaliação fenoproductiva e teores clorofilianos de rabanete sob fertilização com urina de vaca e cobertura morta. *Revista Principia*, 01, 31-40.
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Journal Food and Energy Security*, 6, 48-60.
- Coutinho, L. C., Koefender, J., Mera, C. P., & Camera, J. N. (2019). Produção de hortaliças orgânicas: estudo de caso em uma propriedade do interior de Ijuí-RS. *Revista Multimetas*, 24, 81-96.
- ulan, E. S., Brant, R. S. (2010). Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 12(1), 80-89.
- Corrêa, R. M., Pinto, J. E. B. P., Reis, E. S., Costa, L. C. B., & Alves, P. B., NicFerreira, D. F. Sisvar: A (2011). computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Freire, J. L. O., Silva, J. E., Lima, J. M., Arruda, J. A., & Rios, C. R. (2017). Desempenho fitotécnico e teores clorofilianos de cultivares de alfaces crespas produzidas com fertilização à base de urina de vaca no Seridó paraibano. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 12, 258-267.
- Ganesapillai, M., & Simha, P. (2015). The rationale for alternative fertilization: Equilibrium isotherm, kinetics and mass transfer analysis for urea-nitrogen adsorption from cow urine. *Resource-Efficient Technologies*, 01, 90-97.
- He, X., Qiao, Y., Liu, Y., Dendler, L., Yin, C., & Martin, F. (2016). Environmental impact assessment of organic and conventional tomato production in urban greenhouses of Beijing city, China. *Journal of Cleaner Production*, 134, 251-258.
- Janegitz, M. C., Hermann, E. R., & Matoso, A. (2011). Adubos orgânicos no desenvolvimento inicial de mamoneira em solo corrigido com Calcário. *Revista Cultivando o Saber*, 4(1), 73-82.
- Leal, M. C. (2014). Produção de fertilizante orgânico de origem 100% vegetal por meio da compostagem. Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1865056/artigo-producao-de-fertilizante-organico-de-origem-100-vegetal-por-meio-da-compostagem> > Acesso em 05/06/2021
- Lima, D. C., Lopes, H. L. S., Sampaio, A. S. O., Souto, L. S., de Souza Pereira, A. C., da Silva, A. M., & Maracajá, P. B. (2019). Crescimento inicial da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetida a níveis e fontes de fertilizantes orgânicos. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 13(1), 19-24.
- Lustosa, M. A. S., Santos, L. A., Freitas, A. L., & Vital, A. F. M. (2017). Compostagem como proposta didática para falar sobre solos no ensino fundamental. *Scientia Plena*, 13, 1-9.
- Magro, F. O. (2012). Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba. *Tese de doutorado em Agronomia (Horticultura)*. FCA-UNESP.
- Medeiros, T. S., Gomes, A. R. M. G., Alves, M. P. B., Marcelino, A. S., Santos, D. M., Giongo, A. M., & Costa, A. R. (2019). Produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) cultivado sob níveis de esterco bovino e respiração basal do solo. *Brazilian Applied Science Review*, 3, 1348-1357.
- Magalhães, A. C. N. (1979). *Análise quantitativa do crescimento* Universidade de São Paulo.
- Melo, A. V., Galvão, J. C. C., Braun, H., Santos, M. M., Coimbra, R. R., Silva, R. R., & Reis, W. F. (2011). Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. *Semina: Ciências Agrárias*, 32, 411-420.
- Neder, R., Rabêlo, O. S., Honda, D. P., & Souza, P. A. R. (2019). Relações entre inovação e sustentabilidade: Termos e tendências na produção científica mundial. *Gestão & Regionalidade*, 35, 182-200.
- Oliveira, F. J. L., Silva, G. D. D., Medeiros, A. L. D., & Silva, J. E. (2019). Teores clorofilianos, composição mineral foliar e produtividade da couve-manteiga adubada com urina de vaca. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 2, 836-845.
- Oliveira, F. J. L., Silva, J. E., Lima, J. M., & Arruda, J. A., (2017). Rodrigues, C. R. Desempenho e teores clorofilianos de cultivares de alfaces crespas produzidas com fertilização à base de urina de vaca no Seridó paraibano. *Revista Agropecuária científica no semiárido*, 12, 258-267.

- Oliveira, E. Q., Souza, R. J., Cruz, M. C. M., Marques, V. B., & França, A. C. (2010). Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 36-40.
- Santos, C. A. P. dos, Souza, J. S., Souza, A. L. A., & Santos, V. C. P. (2016). O papel das políticas públicas na conservação dos recursos naturais. *Revista Geográfica Acadêmica*, 10, 18-29.
- Solino, A. J. S., Ferreira, R. O., Ferreira, R. L. F., Araújo Neto, S. E., & Negreiro, J. R. S. (2010). Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. *Revista Caatinga*, 32(2), 18-24.
- Ronga, D., Zaccardelli, M., Lovelli, S., Perrone, D., Francia, E., Milc, J., Ulrici, A., & Pecchioni, N. (2017). Biomass production and dry matter partitioning of processing tomato under organic vs conventional cropping systems in a mediterranean environment. *Scientia Horticulturae*, 163-170.
- Ronga, D., Galligani, T., Zaccardelli, M., Perrone, D., Francia, E., Milc, J., & Pecchioni, N. (2019). Carbon footprint and energetic analysis of tomato production in the organic vs the conventional cropping systems in Southern Italy. *Journal of cleaner production*, 220, 836-845.
- Sediyama, M. A. N., Santos, I. C., & Lima, P. C. (2014). Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Revista Ceres*, 61, 829-837.
- Silva, L., Oliveira, D. L., Santos, M. S., Veriano Barros, M. K. L., & Mendes Barros, H. M. M. Desenvolvimento de espécies de pimentas sobre o efeito de doses de urina de vaca. (2015). *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, 10, 26-31.
- Souza, R. B. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. (2008). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, Livro.
- Zhou, J., Li, B., Xia, L., Fan, C., & Xiong, Z. (2019). Organic-substitute strategies reduced carbon and reactive nitrogen footprints and gained net ecosystem economic benefit for intensive vegetable production. *Journal of Cleaner Production*, 225, 984-994.