

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

MARISTELA CAETANO GOMES

ADUBAÇÃO COM VINHAÇA E SISTEMAS DE CULTIVO PARA RÚCULA

**BOM JESUS - PI
2018**

MARISTELA CAETANO GOMES

ADUBAÇÃO COM VINHAÇA E SISTEMAS DE CULTIVO PARA RÚCULA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias

Orientador: Prof^ª. Dr^ª Adriana Ursulino Alves
Coorientador: Prof^ª. Dr^ª Edivania de Araujo Lima

BOM JESUS - PI
2018

Ficha Catalográfica

A447d Gomes, Maristela Caetano
Adubação com vinhaça e sistemas de cultivo para a rúcula
/ Maristela Caetano Gomes – Bom Jesus: UFPI, 2018.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.
Orientador: Prof^ª. Dr^ª Adriana Ursulino Alves
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Edivania de Araujo Lima
1 *Eruca sativa* Mill. 2. consórcio 3. cobertura morta 4.
biofertilizante. 5 adubação potássica
CDD XXX

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

MARISTELA CAETANO GOMES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como parte do requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias

APROVADA em 30 de agosto de 2018.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Adriana Ursulino Alves (CPCE/UFPI)
(Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Edivania de Araujo Lima (CPCE/UFPI)
(Coorientadora/Membro Examinador)

Dr^a. Elaine Heberle (CPCE/UFPI)
(Membro examinador)

À família e amigos ;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde e família e pessoas queridas.

À Universidade Federal do Piauí pela oportunidade de estudar na instituição, desenvolver pesquisas científicas e pelos conhecimentos adquiridos.

À CAPES, pela concessão da bolsa que possibilitou minha dedicação a este projeto de pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, do Campus Professora Cinobelina Elvas.

As orientadoras Dr^a Adriana Ursulino Alves e Dr^a Edivania de Araujo Lima pela amizade e orientação à mim dispensadas.

Aos meus pais, Raimunda Caetano e Cícero Pereira Gomes, e demais familiares, por serem a base e sempre acreditarem que é possível vencer pela educação.

Ao Pedro Henrique de Castro Lima, *'in memoriam'*, por ter ficado tempo suficiente na terra para ser o melhor professor que já pode me ensinar.

Ao meu companheiro Manoel Emiliano Lopes de Souza por todo amor, carinho, dedicação e apoio ao trabalho e à mim.

À minha turma de mestrado, 'Fitoteclindos', pelo de estudo, apoio e amizade que construímos juntos.

Muito Obrigada!

ADUBAÇÃO COM VINHAÇA E SISTEMAS DE CULTIVO PARA RÚCULA

RESUMO GERAL

Diante da importância econômica e da busca por informações acerca do uso de adubos não convencionais e de alternativas de manejo que viabilizem o cultivo de rúcula em regiões tropicais, objetivou-se avaliar os efeitos da associação entre sistemas de cultivo e adubação com vinhaça no desempenho agrônomico, rendimento comercial e teor de potássio de plantas de rúcula. O experimento foi realizado de fevereiro à março de 2018, em condições de campo em Bom Jesus - PI (09° 04' 28''S, 44° 21' 31''W, e 277 m). O delineamento empregado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 6x3 (sistemas de cultivo x doses de adubação com vinhaça), com cinco repetições. Nas parcelas foram alocados os sistemas de cultivo: controle; consórcio de rúcula + coentro; consórcio de rúcula + hortelã-pimenta; rúcula + cobertura morta de maravalha; rúcula + cobertura morta de casca de arroz; rúcula + cobertura com tecido-não-tecido-TNT; e nas subparcelas as doses de adubação com vinhaça (0; 30 e 40 m³ ha⁻¹). As avaliações foram divididas em duas partes: 1) Capítulo I - avaliação de desempenho agrônomico; 2) Capítulo II - avaliações de rendimento comercial e teor de potássio. Não há efeito da associação entre sistemas de cultivo e adubação com vinhaça para a cultivar rúcula 'Cultivada'. Quanto ao desempenho agrônomico, entre os sistemas de cultivo, o consórcio de rúcula e coentro promoveu maior número de folhas totais. A cobertura do solo com casca de arroz incrementou o número de folhas totais, altura e fitomassa fresca total e área foliar. Na adubação com vinhaça, a dose 40 m³ ha⁻¹ promoveu maiores médias para número de folhas totais e altura, bem como de fitomassas fresca e seca e área foliar. Quanto ao rendimento comercial e teor de potássio, o consórcio rúcula e coentro promoveu maior número de folhas comerciais, o tratamento com uso de cobertura com casca de arroz apresentou maior número de folhas comerciais, altura, massa fresca e seca e produtividade. A dose 40 m³ vinhaça ha⁻¹ contribuiu para o incremento de todas as características avaliadas, além de ter proporcionado maior teor de potássio nas folhas. O consórcio de rúcula com coentro e o uso da casca de arroz como cobertura morta de solo melhoram o desempenho agrônomico da cultura e o rendimento comercial de rúcula 'Cultivada'. A adubação com 40 m³ vinhaça ha⁻¹ é eficiente para a cultura da rúcula, pois melhora o desempenho agrônomico, rendimento comercial e o teor de potássio em plantas de rúcula 'Cultivada'.

Palavras-chave: *Eruca sativa* Mill.; consórcio; cobertura morta; biofertilizante; adubação potássica.

FERTILIZATION WITH VINHAÇA AND CROP SYSTEMS FOR ARUGULA GENERAL ABSTRACT

In view of the economic importance and scarcity of information about the use of non-conventional fertilizers and management alternatives that enable the cultivation of arugula in tropical regions, the objective was to evaluate the effects of the association between cultivation systems and vinasse fertilization in agronomic performance, commercial yield and potassium content of arugula plants. The experiment was carried out from February to March 2018, in field conditions in Bom Jesus - PI (09° 04 '28"S, 44° 21 ' 31"W, and 277 m). The experimental design was a randomized complete block design with 6x3 subdivision parcels (cultivation systems x doses of vinasse fertilization), with five replications. In the parcels were allocated the systems of cultivation: control; consortium of arugula + coriander; consortium of arugula + peppermint; arugula + mulch shavings; arugula + mulch of rice husk; arugula + cover with non-woven-TNT; and in the subparcels the doses of fertilization with vinasse (0, 30 and 40 m³ ha⁻¹). The evaluations were divided into two parts: 1) Chapter I - agronomic performance evaluation; 2) Chapter II - commercial yield and content potassium. There is no effect of the association between fertilization with vinasse for the 'Cultivated' arugula. About the agronomic performance, among the cultivation systems, the consortium of arugula and coriander promoted greater number of total leaves. The soil cover with rice husks increased the number of total leaves, height and total fresh phytomass and leaf area. At fertilization with vinasse, the 40 m³ ha⁻¹ dose promoted higher averages for number of total and commercial leaves, as well as fresh and dry phytomasses and leaf area. As for income commercial and potassium content, the arugula and coriander consortium promoted a greater number of commercial leaves, treatment with use of rice husk coverage showed a greater number of commercial leaves, height, fresh and dry mass and productivity. The dose 40 m³ vinasse ha⁻¹ contributed to the increase of all evaluated characteristics, in addition to having provided a higher potassium in the leaves. The consortium of arugula with coriander and the use of rice husk as mulch soil improves agronomic performance of the crop and the commercial yield of Arugula 'Cultivated'. Fertilization with 40 m³ vinasse ha⁻¹ is efficient for the culture of the arugula, because it improves the agronomic performance, commercial yield and potassium content in 'Cultivated' arugula plants.

Keywords: *Eruca sativa* Mill., intercropping, mulching, biofertilizer, potassium fertilization.

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 4 |
| CAPÍTULO I..... | 7 |
| RESUMO..... | 7 |
| ABSTRACT..... | 8 |
| INTRODUÇÃO..... | 9 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 10 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 14 |
| CONCLUSÕES..... | 20 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 21 |
| CAPÍTULO II..... | 26 |
| RESUMO..... | 26 |
| ABSTRACT..... | 27 |
| INTRODUÇÃO..... | 28 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 29 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 33 |
| CONCLUSÕES..... | 39 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 40 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 44 |

INTRODUÇÃO GERAL

A rúcula (*Eruca sativa* Mill.) é uma olerícola brassicácea originária da região mediterrânea. No Brasil e em várias regiões do mundo o uso é geralmente de suas folhas na alimentação, mas seu cultivo pode ser destinado para fins medicinais, além de ser rica em minerais como potássio e ferro e nas vitaminas A e C. (SILVA, 2010; AZARENKO et al., 2012; PORTO et al., 2013). As brássicas têm ganhado bastante espaço na produção e sua cadeia produtiva se destaca pelo elevado volume na produção e pela alta capacidade de geração de renda (MELO et al., 2017). No Brasil, o consumo e cultivo de rúcula tem se intensificado, sendo que apenas no comércio de sementes, lucra-se cerca de R\$ 2,2 milhões por ano (ABCSEM, 2009). Apesar disso, nas regiões de temperaturas elevadas, encontra-se dificuldade para produzir este tipo de hortaliça.

Por ser, naturalmente de clima temperado, a cultura necessita de temperaturas amenas, sendo sua faixa ideal entre 15 e 18 °C (FIGUEIREDO et al., 2012). A partir da acima da faixa ótima há indução do aparecimento das estruturas florais e rigidez foliar, impossibilitando-a para o comércio e consumo (SANTOS, 2010a).

Altas temperaturas do ar também podem ser prejudiciais porque o excesso de radiação solar favorece a maior perda de água do solo por evaporação, levando à perda da turgescência da planta e conseqüente morte (TAIZ et al., 2017). O melhoramento genético de plantas proporciona a capacidade de produção deste tipo de hortaliças em regiões onde as temperaturas são mais elevadas. Com isso, há o desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de diminuir os danos ocasionados por radiação solar em excesso.

Tais pesquisas tem o intuito de tentar diminuir as temperaturas, do solo e do ar, que fazem parte do microambiente que rodeia a planta. Exemplo disso são os trabalhos que utilizam coberturas vegetais mortas e sintéticas, como o tecido-não-tecido de polipropileno-TNT (SÁ e REGHIN, 2008), e o uso de consórcios de culturas, muitas vezes associados com o manejo da adubação.

O consórcio de rúcula com outros tipos de culturas, bem como o cultivo com a utilização de coberturas de solo e adubos orgânicos têm se mostrado como boas alternativas para o crescimento e produção desta espécie, tendo sido observado que o uso de tais práticas, vem contribuindo com o maior aproveitamento de recursos ambientais (SOLINO et al., 2010; ALMEIDA et al., 2015) .

As coberturas de solo, sejam elas através do maior número de plantas por área de solo ou via utilização de material de cobertura, conferem maior proteção ao solo,

melhorando o desempenho agrônômico das culturas, visto que o atrito das gotas de chuva e a intensa radiação solar incidente são minimizados, garantindo melhorias como: menor perda por evaporação, melhor microagregação e drenagem adequada da água (MONTEIRO NETO et al., 2014).

Além dos problemas ambientais, é alta a demanda da cultura por nutrientes e são altos os custos dos adubos convencionais. Por conta disso, pesquisas visando estudar o potencial e efeito de fontes alternativas de nutrientes são cada vez mais importantes.

Estas fontes alternativas de fertilizantes podem ser advindos da indústria ou encontrados na própria área de cultivo. Exemplo delas são os resíduos orgânicos industriais, como a vinhaça, flor-de-seda, torta de mamona e manipueira; comumente chamados de biofertilizantes (SILVA, 2010; BASSO et al., 2013; ALMEIDA et al., 2015; MELLO et al., 2018).

A vinhaça se caracteriza por ser um resíduo líquido orgânico, resultado da produção de álcool à partir da cana-de-açúcar. Apresentando grande quantidade de nutrientes como o potássio (MARQUES e PINTO, 2013). A produção de sucroalcooleira gera em torno de 9 a 14 litros de vinhaça por litro de álcool fabricado. Apesar disso, a quantidade deste resíduo que é retirada do ambiente, ainda é bastante reduzida, portanto a quantidade de descarte no meio é elevada, em contraste com o reaproveitamento na irrigação e na fertilização de espécies cultivadas (BARROS et al., 2010; ESPAÑA-GAMBOA et al., 2012).

Na cultura da alface, a vinhaça eleva o incremento no acúmulo de nutrientes e na produção de massa da parte aérea, trazendo aumentos tanto em produtividade como na eficiência de uso dos fertilizantes (UENO et al. 2014; DALRI et al. 2014). Para a rúcula em cultivo hidropônico há uma formulação de solução à base de vinhaça capaz de promover o crescimento satisfatório da cultura, sendo considerada um adubo barato, com custo cerca de 70% menor que a solução convencionalmente utilizada (SANTOS, 2010a).

O potássio (K) é o nutriente mais abundantemente encontrado na vinhaça (LIMA et al., 2013) e nas folhas de rúcula, se configurando também como o nutriente mais exigido pela cultura (BARLAS et al., 2011). O K^+ é absorvido pelas raízes, predominantemente por difusão (Porto et al., 2013) e dentre várias funções, é responsável por melhorar a eficiência do uso da água, controlando os processos de abertura e fechamento estomático, aumento da translocação dos carboidratos sintetizados pelas folhas (LELIS NETO, 2008).

Além disso, ativa grande parte das enzimas responsáveis pela realização adequada da fotossíntese, como a rubisco, por exemplo (MARENCO e LOPES, 2009).

Sabe-se que trabalhos envolvendo sistemas de cultivo que diminuam a interferência de problemas climáticos e aumentem o suprimento de potássio na cultura da rúcula, com fontes alternativas de nutrientes como a vinhaça, ainda são raros.

Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da associação entre sistemas de cultivo e adubação com vinhaça no desempenho agrônômico, rendimento comercial e teor de potássio de plantas de rúcula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. E. S.; BEZERRA NETO, F.; COSTA, L. R.; SILVA, M. L.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Eficiência agronômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 79–85, 2015.

ABCSEM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças – ano calendário 2009**. São Paulo, 2010.

AZARENKO, O.; JORDAN, M. A.; LESLIE, W. Erucin, the major isothiocyanate in arugula (*Eruca sativa*), inhibits proliferation of MCF7 tumor cells by suppressing microtubule dynamics. **National Library of Medicine National Institutes of Health**, v. 9, n. 6, 2014.

BARLAS, N. T.; IRGET, M. E.; TEPECIK, M. Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 64, p. 14080-14082, 2011.

BARROS, R. P.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L.; SOUZA, R. M.; BARBOSA, L.; VIÉGA, S. R. A.; BARRETTO, M. C. V.; MELO, A. S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 341-346, 2010.

BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; SOMAVILLA, L.; BRIGO, T. J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 596-602, 2013.

DALRI, A. B.; CARVALHO NETO, O. F.; MAZZONETTO, F.; CORBANI, R. Z. Fertirrigação com vinhaça concentrada no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 2, 2014.

ESPAÑA-GAMBOA, E.; MIJANGOS-CORTÉS, J. O.; HERNÁNDEZ-ZÁRATE, G.; MALDONADO, J. A. D.; ALZATE-GAVIRIA, L. M. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. **Biotechnology for Biofuels**, v. 5, n. 82, 2012.

FIGUEIREDO, J. A. S.; INAGAKI, A. M.; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVA, M. B.; DIAMANTE, M. S.; AQUINO, C. R. Cultivo de rúcula sob diferentes telados e campo aberto em conduções de alta temperatura e pluviosidade. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. S321-S327, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

GUSMÃO, S. A. L.; LOPES, P. R. A.; SILVESTRE, W. V. D.; OLIVEIRA NETO, C. F.; PEGADO, D. S.; SILVA, C. L. P.; SANTOS, L. F. S.; FERREIRA, S. G. Cultivo de rúcula nas condições do Trópico Úmido em Belém. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira**, Recife. Anais, Horticultura Brasileira, 21(2):30. 2003

LELIS NETO, J. A. **Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicada em diferentes tipos de solo**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

LIMA, R. P.; ROLIM, M. M.; DANTAS, M. S. M.; COSTA, A. R. F. C.; DUARTE, A. S.; SILVA, A. R. Atributos químicos de um Neossolo Regolítico distrófico em função das doses e tempos de aplicação de vinhaça. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 3, 261-268, 2013.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3.ed., Viçosa: Editora UFV, 2009. 486p.

MARQUES, T. A.; PINTO, L. E. V. Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 680–685, 2013.

MELLO, G. A. B.; CARVALHO, D. F.; MEDICI, L. O.; SILVA, A. C.; GOMES, D. P.; PINTO, M. F. Organic cultivation of onion under castor cake fertilization and irrigation depths. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, p. 34-42, 2018.

MELO, A. C. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1. 100p. 2017

MONTEIRO NETO, J. L. L.; SILVA, A. C. D.; SAKAZAKI, R. T.; TRASSATO, L. B.; ARAÚJO, W. F. Tipos de coberturas de solo no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) sob as condições climáticas de Boa Vista, Roraima. **Bol. Mus. Int. de Roraima**, v. 8, n. 2, p. 47-52, 2014.

PORTO, R. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; SOUZA, D. S. M.; CORDOVA, N. R. M.; POLYZEL, A. C.; SILVA, T. J. A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agro@mbiente**, v. 7, n. 1, p. 28-35, 2013.

SÁ, G. D.; REGHIN, M. Y. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 378-384, 2008.

SANTOS, J. D. Utilização da vinhaça como componente de solução nutritiva para hidroponia. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 75p. 2010a.

SILVA, A. V. L. **Uso de manipueira como biofertilizante na cultura da rúcula (*Eruca sativa* Miller) cultivada em estufa**. TCC (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 40 p. 2010

SOLINO, A. J. S.; FERREIRA, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; NEGREIRO, J. R. S. Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 18-24, 2010.

UENO, C. R. J.; COSTA, A. C. S.; GIMENES, M. L.; ZANIN, G. M. Agricultural recycling of biodigested vinasse for lettuce production. **Rev. Ambient. Água**, v. 9, n. 4, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed, Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

CAPÍTULO I
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE RÚCULA ADUBADA COM VINHAÇA
EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

RESUMO

A rúcula (*Eruca sativa* Mill.) é uma hortaliça de clima ameno e exigente em nutrientes. Sistemas de cultivo, como o uso de coberturas de solo e consorciamento de culturas, podem ser alternativas para o estabelecimento de um microclima mais adequado, com diminuição da temperatura e maior retenção da umidade do solo. Fontes alternativas de nutrientes, como a vinhaça, mostram-se promissoras na produção de hortaliças. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos de sistemas de cultivo e adubação com vinhaça no cultivo de rúcula. O experimento foi realizado de fevereiro a março de 2018, em Bom Jesus-PI (09° 04' 28''S, 44° 21' 31''W e 277 m). O delineamento empregado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 6x3 (sistemas de cultivo x doses de adubação com vinhaça), com cinco repetições. Nas parcelas foram alocados os sistemas de cultivo: controle- rúcula em cultivo solteiro e sem cobertura morta (CS); consórcio de rúcula + coentro (RC); consórcio de rúcula + hortelã-pimenta (RH); rúcula + cobertura morta de maravalha (RM); rúcula + cobertura morta de casca de arroz (RA); rúcula + cobertura com tecido-não-tecido-TNT (RT); e nas subparcelas as doses de adubação com vinhaça (0; 30 e 40 m³ ha⁻¹). Foram avaliados os índices de clorofila a e b, número de folhas totais e comerciais, fitomassas fresca e seca e área foliar. Não houve efeito da associação entre sistemas de cultivo e adubação com vinhaça sobre o desempenho das plantas de rúcula. Entre os sistemas de cultivo, o consórcio com coentro apresentou maior média para o número de folhas, e junto com a casca de arroz, maiores médias de folhas comerciais. A casca de arroz promoveu maior massa fresca total e área foliar. Entre as doses de vinhaça, a dose 40 m³ ha⁻¹ promoveu maiores médias para número de folhas totais e comerciais, bem como de fitomassa fresca e seca e área foliar. O consórcio de rúcula com coentro e o uso da casca de arroz como cobertura morta de solo melhoram o desempenho agrônômico da cultura, promovendo aumento do número de folhas totais e comerciais, fitomassa fresca e área foliar da rúcula 'Cultivada'. A adubação com uso de vinhaça é eficiente para a cultura da rúcula, aumentando o número de folhas totais, altura, fitomassa fresca e fitomassa seca e de área foliar da rúcula 'Cultivada'.

Palavras-chave: *Eruca sativa* Mill.; consórcio; cobertura morta; biofertilizante; vinhoto.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF RÚCULA ADUBADA WITH VINHAÇA IN DIFFERENT CROP SYSTEMS

ABSTRACT

Arugula (*Eruca sativa* Mill.) Is a vegetable of climate mild and nutrient-demanding. Cultivation systems, such as the use of soil cover and intercropping, may be alternatives for the establishment of a microclimate with lower temperatures and higher retention of soil moisture. Alternative sources of nutrients, such as vinasse, are promising in the production of vegetables. The objective of this study was to evaluate the effects of vinasse cultivation and fertilization systems on arugula cultivation. The experiment was carried out from February to March 2018, in Bom Jesus-PI (09° 04 '28"S, 44° 21 '31"W and 277 m). The experimental design was a randomized complete block design with 6x3 subdivision plots (cultivation systems x doses of vinasse fertilization), with five replications. In the plots were allocated the cropping systems: control-arugula in single crop and without cover dead (CS); consortium of arugula + coriander (RC); consortium of arugula + peppermint (RH); arugula + mulch blanket (RM); arugula + mulch of rice hulls (RA); arugula + blanket with non-woven-TNT (RT); and in the subplots the doses of manure with vinasse (0, 30 and 40 m³ ha⁻¹). The values of chlorophyll a and b, number of total and commercial leaves, fresh and dry phytomasses and leaf area were evaluated. There was no effect of the association between cultivation systems and vinasse fertilization on the performance of arugula plants. Among the cultivation systems, the coriander consortium had a higher mean number of leaves and, together with the rice husk, higher average commercial leaves. Rice bark promoted greater total fresh mass and leaf area. Among the doses of vinasse, the dose 40 m³ ha⁻¹, promoted higher averages for number of total and commercial leaves, as well as of fresh and dry phytomass and leaf area. The arugula consortium with coriander and the use of the husk of rice as mulch soil improves the agronomic performance of the crop, promoting an increase in the number of total and commercial leaves, fresh phytomass and leaf area of the 'Cultivated' arugula. Fertilization using vinasse is efficient for arugula cultivation, increasing the number of total and commercial leaves, fresh phytomasses, and dry phytomass and leaf area of 'Cultivated' arugula.

Keywords: *Eruca sativa* Mill.; intercropping; mulch; biofertilizer; vinhoto.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família das brássicas, a rúcula (*Eruca sativa* Mill.) é uma olerícola oriunda do mediterrâneo, cultivada no Brasil e em muitas regiões do mundo, para fins alimentícios e medicinais, rica em nutrientes como potássio e ferro e vitaminas A e C (SILVA, 2010; AZARENKO et al., 2012; PORTO et al., 2013).

Para boa produção, a cultura necessita temperatura com faixa ideal entre 15 e 18 °C (FIGUEIREDO et al., 2012). Temperaturas mais elevadas induzem o florescimento e enrijecimento das folhas, tornando a planta imprópria para o comércio e consumo (SANTOS, 2010a), além de favorecer a perda de umidade do solo, levando à perda da turgescência da planta, podendo causar sua morte (TAIZ et al., 2017).

No entanto, devido aos avanços genéticos do melhoramento de plantas, atualmente o potencial de cultivo de rúcula em regiões com temperaturas mais elevadas é alto, desde que atendidas as suas exigências, principalmente as hídricas e nutricionais (GUSMÃO et al., 2003; FILGUEIRA, 2008), além da adoção de técnicas de manejo que visam melhorar o microambiente de cultivo.

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de minimizar o efeito causado pelo excesso de radiação solar, diminuir as temperaturas do solo, da planta e do microambiente que os circundam. Exemplo disso são os trabalhos com utilização de coberturas vegetais mortas (SOLINO et al., 2010) e sintéticas, como o tecido-não-tecido de polipropileno-TNT (SÁ e REGHIN, 2008), e o uso de consórcios de culturas (ALMEIDA et al., 2015), muitas vezes associados com o manejo da adubação.

Solino et al. (2010) e Almeida et al. (2015) observaram que o consórcio de rúcula com outras espécies, a cobertura do solo e a adubação não convencional contribuem para o melhor aproveitamento dos recursos ambientais. Outro efeito benéfico das coberturas é a maior proteção do solo e, conseqüentemente, a melhoria do desempenho agrônômico das culturas (MONTEIRO NETO et al., 2014).

Devido à alta demanda da cultura por nutrientes e o alto custo dos adubos convencionais, pesquisas que visam estudar o potencial e efeito de fontes alternativas de nutrientes são cada vez mais importantes. Destacam-se os resíduos orgânicos industriais que normalmente seriam descartados, como a vinhaça, flor-de-seda, torta de mamona e manipueira; potenciais adubos orgânicos comumente chamados de biofertilizantes (SILVA, 2010; BASSO et al., 2013; ALMEIDA et al., 2015; MELLO et al., 2018).

A vinhaça é um resíduo líquido orgânico, rico em nutrientes, principalmente potássio, e o principal subproduto da indústria sucroalcooleira, sendo resultante da produção de álcool ou bioetanol, a partir da cana-de-açúcar (MARQUES e PINTO, 2013). Estima-se que são gerados entre 9 e 14 litros de vinhaça por litro de álcool. No entanto, apenas uma pequena parte deste resíduo vem sendo retirada do ambiente, onde seria descartado, e reaproveitado na irrigação e na fertilização de culturas (BARROS et al., 2010; ESPAÑA-GAMBOA et al., 2012).

Em pesquisas realizadas com vinhaça em alface, Ueno et al. (2014) e Dalri et al. (2014) obtiveram incremento na produção de matéria da parte aérea e acúmulo de nutrientes elevando a produtividade e a eficiência de uso da adubação. Santos (2010b) desenvolveu uma solução nutritiva a base de vinhaça para cultivo hidropônico de rúcula que permitiu o crescimento satisfatório da cultura, sendo considerada um adubo barato, com custo cerca de 70% menor que a solução convencionalmente utilizada.

Estudos envolvendo sistemas de cultivo que amenizem os danos por condições ambientais desfavoráveis, como altas temperaturas e baixa umidade, associados a adubação com fontes alternativas, reutilizando resíduos da indústria, para hortaliças, são escassos. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos de sistemas de cultivo e adubação com vinhaça no cultivo de rúcula.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em área experimental no Campus Professora Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus-PI, Brasil (09° 04' 28''S; 44° 21' 31''W e 277 m).

O clima da região é quente e úmido, classificado por Köppen como *Awa* (tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C), apresentando médias anuais de temperatura de 26,2 °C e precipitação entre 900 a 1200 mm (INMET, 2018).

O período experimental foi de Fevereiro a Março de 2018, sendo observadas médias de temperatura do ar (°C) de 25,93 °C, umidade relativa 78% e precipitação de 230 mm mês⁻¹. Foram registrados valores de umidade relativa do ar mínima de 39% e temperaturas mínima e máxima de 21 e 34 °C, respectivamente (INMET, 2018).

Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento empregado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 6x3 (sistemas de cultivo x doses de adubação com vinhaça), com cinco repetições.

Nas parcelas foram alocados os sistemas de cultivo: controle- rúcula em cultivo solteiro e sem cobertura morta (CS); consórcio de rúcula + coentro (RC); consórcio de rúcula + hortelã-pimenta (RH); rúcula + cobertura morta de maravalha (RM); rúcula + cobertura morta de casca de arroz (RA); rúcula + cobertura com tecido-não-tecido-TNT (RT) e nas subparcelas as doses de adubação com vinhaça (0; 30 e 40 m³ ha⁻¹) (Gariglio et al., 2014).

Utilizou-se rúcula ‘Cultivada’ (*Eruca sativa* Mill.) e, para o consórcio, coentro ‘HTV Dom Luiz’ (*Coriandrum sativum* L.) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.). Para cobertura do solo utilizou-se maravalha de madeira de eucalipto, casca de arroz *in natura* (ambas adquiridas na região e sem qualquer tratamento ou utilização anterior ao experimento) e tecido-não-tecido de polipropileno- TNT branco. A vinhaça foi adquirida em uma microdestilaria da Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar de Palmeira do Piauí, localizada no distrito de Palmeira do Piauí, sendo os resultados da análise química apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química da vinhaça utilizada no cultivo de rúcula. Bom Jesus-PI

| N | P | K | S | Ca | Mg | Na |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| ----- (mg dm ⁻³)----- | | | | | | |
| 196,00 | 275,54 | 879,76 | 905,00 | 352,50 | 122,80 | 25,00 |

N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; S: enxofre; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Na: Sódio.

Condução do experimento

O solo, um Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013), foi previamente preparado com calagem de acordo com as recomendações, objetivando alcançar a saturação por bases de 80%, conforme recomendação de Trani et al. (1997).

Posteriormente, realizou-se adubação de base com composto orgânico (esterco de caprino + folhas de eucalipto), sendo incorporados 10 L m⁻² de canteiro (SILVA et al., 2018) na camada de 0-20 cm. Após pousio de 7 dias foi realizada a coleta do solo para análise físico-química (Tabela 2), observando-se que o mesmo apresentava pH e fertilidade adequados para o cultivo da rúcula (TRANI, 1992). Em seguida foram realizadas, mecanicamente, gradagem e confecção dos canteiros.

Tabela 2. Resultado da análise físico-química do solo (0-20 cm) da área de cultivo de rúcula. Bom Jesus-PI

| pH | P | K | S | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | T | V | MO |
|-----|-----------------------------|-------|-----|-------|-------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----------------------|
| | ---- (mg dm ⁻³) | --- | --- | ----- | ----- | ----- (cmol _c dm ⁻³) | ----- | ----- | ----- | (%) | (g kg ⁻¹) |
| 5,9 | 174,4 | 114,0 | 2,5 | 3,62 | 1,65 | 0,0 | 1,3 | 5,56 | 6,86 | 81 | 37,7 |

pH em H₂O; P: fósforo; K: potássio; S: enxofre; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; T: capacidade troca de cátions; V: Saturação por bases; MO: matéria orgânica.

A parcela teve dimensões de 2 m² e as subparcelas 0,2 m². O espaçamento utilizado para semeadura foi de 0,10 x 0,20 m, com dez linhas por parcela, e duas linhas por subparcela, separadas entre si por duas linhas não adubadas com vinhaça.

A semeadura da rúcula foi manual, diretamente no campo, depositando-se de quatro a cinco sementes por covas de 0,05 m de profundidade. O desbaste aconteceu 14 dias após a semeadura (DAS), deixando-se apenas uma planta por cova, com densidade de plantio de 500.000 plantas ha⁻¹.

As regas foram diárias e feitas duas vezes ao dia, através de microaspersão com mangueira microperfurada para irrigação, e de acordo com a necessidade da cultura, aplicando-se de 10 a 20 L água m⁻² de canteiro (TRANI et al., 1992).

Para evitar possível competição durante o período inicial de crescimento da rúcula, o coentro foi semeado após sua emergência, semeando-se cerca de 4 g de sementes por metro linear, a partir daí, convivendo em consórcio até o fim do ciclo da cultura principal. Foram feitas mudas de hortelã-pimenta dois meses antes da semeadura da rúcula, sendo posteriormente transplantadas para o campo com espaçamento de 0,10 x 0,20 m. As linhas de consórcios ficaram espaçadas 0,10 m da cultura principal.

O transplante das mudas de hortelã-pimenta, disposição das coberturas e a adubação com vinhaça nas parcelas foram feitas 15 DAS. As coberturas com casca de arroz e maravalha foram colocadas manualmente, espalhando-se uma camada uniforme com espessura de aproximadamente 2,0 cm, tomando-se o cuidado para não encobrir nenhuma planta. O TNT foi cortado em faixas com as mesmas dimensões da parcela, estendido e esticado sobre a mesma, sendo fixado por estacas rentes ao solo. Após, foram abertos furos no tecido, em cada cova, para exposição das plantas. As doses de vinhaça foram diluídas em 1 litro de água e aplicadas uniformemente sobre as subparcelas com uso de regador manual.

Amostragem e coleta de dados

A coleta das plantas para as análises aconteceu 35 DAS (LINHARES et al., 2009) obtendo-se, para fins de avaliação, três amostras por subparcela, cada amostra representada por uma planta escolhida aleatoriamente (totalizando nove plantas por parcela). Após colheita manual das plantas inteiras, estas foram lavadas em água corrente para retirada de materiais aderidos e, posteriormente, lavadas com água destilada e transportadas em sacos plásticos até o laboratório para avaliação das seguintes variáveis:

Índices de clorofila a e b: foram medidos indiretamente pelo índice de clorofila Falker- ICF, aferidos com equipamento clorofilômetro (clorofiLOG-CFL1030). As leituras foram realizadas antes da colheita, utilizando-se de uma folha escolhida aleatoriamente do terço médio da roseta.

Número de folhas: a parte aérea foi separada das raízes com auxílio de lâmina cortante e as folhas separadas do colo, sendo contadas uma a uma, considerando-se todas as folhas totalmente expandidas.

Altura: Para altura foi utilizada régua graduada. Onde a altura foi medida com base na folha mais alta de cada planta, medindo-se a partir de 0,05 m em relação ao solo até a extremidade da mesma.

Fitomassa fresca total: obtida com uso de balança analítica de precisão pesando-se toda a planta, constituída de folhas, raízes e colo.

Fitomassa seca total: após pesagem para obtenção da massa fresca e contagem do número de folhas, as plantas foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante, depois pesadas em balança analítica de precisão.

Área foliar: para determinação utilizou-se o programa digital de processamento de fotografias ImageJ®. Todas as folhas foram separadas e colocadas em superfície plana e branca, para proporcionar o contraste necessário, utilizando-se uma placa de vidro por cima para ajustá-las de modo que ficassem inteiramente abertas no momento de fotografar.

As imagens foram feitas com câmera Nikon®/Coolpix P510, com resolução máxima de 14.2 MP, sem 'flash' e apoiadas a uma distância fixa de 0,5 m de distância. Na superfície onde foram colocadas as estruturas vegetais foi também colocada uma régua graduada, para que durante o processamento de dados pudesse ser feita a calibração, estabelecendo uma escala de conversão entre pixels e centímetros. Após coleta das

imagens, as mesmas foram processadas no programa supracitado, onde foram obtidos os valores referidos de área foliar.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar (Ferreira, 2011). Identificada a diferença entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey as médias, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre sistemas de cultivo e doses de adubação com vinhaça ($p < 0,05$), indicando que os fatores avaliados tem respostas independentes e, assim, são discutidos separadamente.

Efeito dos Sistemas de Cultivo

Para sistemas de cultivo foram observadas diferenças significativas entre tratamentos para o número de folhas totais, altura, fitomassa fresca e área foliar (Tabela 3), não havendo diferença para a fitomassa seca e índices de clorofila a e b, com médias de 5,77 g planta⁻¹, 35,07 e 8,94, respectivamente.

As plantas cultivadas em consórcio com coentro (RC) produziram maior número de folhas totais do que o controle e as cultivadas com cobertura de TNT (7,6 e 9,3%, respectivamente). Os demais tratamentos foram intermediários, não se diferenciando do melhor tratamento nem da testemunha (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios do número de folhas totais (NFT), altura, fitomassa fresca (FF) e área foliar de plantas de rúcula em diferentes sistemas de cultivo

| Sistemas de cultivo | NFT | Altura(cm) | FF (g planta⁻¹) | AF (cm² planta⁻¹) |
|----------------------------|------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
| CS | 11,72 b | 16,31 ab | 33,84 ab | 257,88 b |
| RC | 12,68 a | 16,88 ab | 35,75 a | 265,39 b |
| RH | 11,93 ab | 15,20 b | 34,43 ab | 211,52 b |
| RM | 11,63 b | 16,44 ab | 35,37 ab | 224,26 b |
| RA | 12,41 ab | 19,32 a | 34,48 ab | 334,38 a |
| RT | 11,5 b | 15,88 ab | 33,23 b | 262,78 b |
| CV (%) | 6,76 | 18,50 | 5,54 | 23,0 |

Médias seguidas de mesma letra, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CS: Controle- rúcula em cultivo solteiro e sem cobertura morta; RC: Consórcio de rúcula + coentro; RH: Consórcio de rúcula + hortelã-pimenta; RM: Rúcula em cobertura morta de maravalha; RA: Rúcula em cobertura morta de casca de arroz; RT: Rúcula em mulching com tecido-não-tecido-TNT.

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram encontrados por Oliveira et al. (2010) estudando o consórcio da rúcula com alface, onde encontraram média de 13,3 folhas por planta, e por Jesus et al. (2018), que estudaram o efeito da adubação silicatada e o déficit hídrico em plantas de rúcula e perceberam que o número de folhas variou entre 5,8 e 10 folhas por planta.

Para o comprimento foliar, representado pela altura (cm) têm-se que o tratamento que obteve maior média foi o tratamento com casca de arroz (RA), com 19,32 cm, os demais tratamentos não diferenciaram-se da testemunha, exceto RH no qual foi observado o menor crescimento das plantas, com média de 15,20 cm (Tabela 3).

Almeida et al. (2015) estudando a consorciação de rúcula com alface adubadas com flor-de-seda (*Calotropis procera*), obtiveram médias de altura de 28,44 e 15,16 cm.

A quantidade e altura de folhas podem variar conforme a genética, mas também de acordo com as mudanças no meio que a cerca (BRZEZINSKI et al., 2017). Fatores externos como temperatura do ar, umidade do solo e o suprimento de nutrientes afetam o crescimento e o desenvolvimento foliar (KERBAUY, 2009). Como o produto economicamente importante da rúcula são as folhas, o aumento de seu número e altura é benéfico para o produtor desta hortaliça.

Embasados nisto e nos resultados obtidos nesta pesquisa, o aumento de folhas naqueles tratamentos com cobertura de casca de arroz (RA) e em consórcio com o coentro (RC) pode ter acontecido devido a mudanças no ambiente. Mudanças essas como a diminuição das temperaturas de solo e do ar e manutenção da umidade, provocadas pela cobertura do solo ao redor das plantas de rúcula. Enquanto os outros tratamentos podem não ter fornecido tais benefícios para a cultura, portanto, apresentando menor folhagem.

Para área foliar, os resultados mais expressivos foram observados quando se utilizou a cobertura morta de casca de arroz (RA), apresentando 334,38 cm² planta⁻¹ (Tabela 3).

Os incrementos proporcionados por RC e RA, apresentando maior número médio de folhas, área foliar e fitomassa fresca, podem estar relacionados com o fato de que tanto o consórcio, pela maior densidade de plantas por área, como a cobertura de casca de arroz, promovem a proteção do solo contra a radiação solar (FURLANI et al., 2008).

Com isso, diminuindo temperaturas que incidem sobre o solo e sobre a planta, como afirmam também Monteiro Neto et al. (2014) ao concluírem que a casca de arroz e a maravalha aumentam todas as características produtivas das cultivares de alface ‘Grandes Lagos’ e ‘Verônica’.

Os resultados de massa fresca repetiram o comportamento das outras variáveis, onde os maiores valores foram proporcionados, entre os sistemas de cultivo, pelo consórcio com coentro (RC), com média de massa fresca de 35,75 g planta⁻¹ (Tabela 3).

O uso de cobertura morta em rúcula adubada com composto orgânico eleva a sua produtividade e a matéria fresca, como relatam Solino et al. (2010) ao cobrirem o solo com ervas espontâneas, observando média de 48,9 g planta⁻¹. Como relatam os autores, a cobertura, viva ou morta promove também alterações físico-químicas no solo, além de reduzirem a incidência de plantas invasoras.

Costa et al. (2007) relatam que para a rúcula, o consórcio com alface em duas épocas de semeadura aumenta os teores de fitomassa fresca, concluindo que este método é eficaz no que diz respeito ao aumento da produção, o que para o presente estudo se mostra verdade, visto que a associação da cultura em consórcio e o uso de cobertura promoveram aumento do acúmulo de fitomassa em relação a outros sistemas de cultivo. Assim como observado por Sugasti (2012), ao testar o cultivo consorciado entre alface, quiabo e rabanete concluiu que o aumento no crescimento das plantas é proporcionado pela associação das culturas em consórcio, que leva à diminuição das variações de temperatura e umidade, quando comparadas com o cultivo solteiro.

Além disso, estas coberturas de solo podem ter diminuído a evaporação de água, o suficiente para aumentar a eficiência da irrigação, diminuindo a incidência solar direta e as forças de retenção do solo, que permanece úmido por mais tempo, aumentando a disponibilidade de água para as plantas e o aporte de nutrientes para seu pleno desenvolvimento (MARTORANO et al., 2009; FAGERIA e MOREIRA, 2011). Como comprovado por Resende et al. (2005), que ao utilizarem casca de arroz e maravalha como cobertura de solo no cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.) concluíram que o uso de tais materiais como cobertura melhoram as características hidrotérmicas do solo e aumentam a produtividade da cultura.

A rúcula é uma hortaliça folhosa que pode possuir mais de 95% do seu peso total apenas de água (OLIVEIRA et al., 2015). A deficiência de água nos tecidos promovem mudanças na estrutura celular, causando danos que podem ser irreversíveis (OLIVEIRA et al., 2011). Portanto o maior déficit hídrico, causado pela insolação intensa sobre o solo e os tecidos, pode ter sido capaz de alterar seu desenvolvimento, diminuindo o crescimento daquelas plantas em tratamentos sem cobertura ou com cobertura ineficiente, como no cultivo solteiro e sem cobertura, consórcio com hortelã (RH) e cobertura com

maravilha (RM) e TNT (RT), já que a redução da área foliar ocorre logo após a submissão da planta a regimes de déficit de água (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Efeitos da Adubação com Vinhaça

Entre as doses de vinhaça, foram verificadas diferenças para todas as características avaliadas, exceto índices de clorofila a e b, que obtiveram médias de 35,07 e 8,94, respectivamente.

A dose que proporcionou maior média do número de folhas foi 40 m³ ha⁻¹, com média 16,03% maior de folhas totais e 16,64% de folhas comerciais em relação àquela que não sofreu adubação (Tabela 4). Esse acréscimo de folhas se traduz em maior lucro para o produtor, visto que a venda é o maço dessas folhas.

Tabela 4. Valores médios do número de folhas total (NFT), número de folhas comerciais (NFC), fitomassa fresca (FF), fitomassa seca (FS) e área foliar de rúcula ‘Cultivada’ adubada com vinhaça. Bom Jesus, PI

| DOSE (m³ ha⁻¹) | NFT | Altura (cm) | FF (g planta⁻¹) | FS (g planta⁻¹) | AF (cm² planta⁻¹) |
|-------------------------------------------------|------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0 | 11,36 b | 14,85 c | 34,19 b | 4,97 c | 204,92 c |
| 30 | 11,04 b | 16,28 b | 33,31 b | 5,53 b | 243,30 b |
| 40 | 13,53 a | 18,88 a | 36,06 a | 6,82 a | 329,90 a |
| CV (%) | 7,03 | 11,40 | 5,51 | 11,87 | 13,05 |

Médias seguidas de mesma letra, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento no aporte de nutrientes no solo, fornecidas pela adição de vinhaça contribui com o aumento do número de folhas no tratamento onde se aplicou a maior dose (40 m³ ha⁻¹) (DALRI et al., 2014). Ueno et al. (2013) utilizando vinhaça como fonte de nutrientes na fertirrigação de alface hidropônica, relatam que seu uso como biofertilizante também aumentou o número médio de folhas da cultura.

Na dose 40 m³ ha⁻¹ as plantas apresentaram altura maior que as demais, enquanto a dose 30 m³ ha⁻¹ foi superior à testemunha, com médias de 18,88 e 16,28 cm, respectivamente.

Caixeta et al. (2017), estudaram o efeito de fontes de adubação (cama de frango, esterco bovino + MAP e adubo mineral 4-14-4) em rúcula. Os tratamentos com uso de adubação orgânica obtiveram médias de altura inferiores aos deste experimento, com altura de 13,75 e 16,68 cm, porém comprimento maior quando utilizou-se adubo mineral 25,25 cm).

Maior comprimento e número de folhas torna a planta mais capaz de realizar fotossíntese e produzir carboidratos, contribuindo para maior acúmulo de matéria seca ao longo do tempo, até que a área foliar ainda seja suficientemente eficiente (HELDT e PIECHULLA, 2011; TAIZ e ZEIGER, 2013). Para a rúcula, a área foliar tem uma relação direta com a produção e produtividade, visto que quanto maior a área de folhas, maior será a quantidade de produto e de lucro na comercialização. Pode-se observar que houve diferença para esta característica, sendo a dose $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ aquela que proporcionou média de área foliar maior em relação as outras doses, $329,90 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ (Tabela 4).

Esta é uma variável fundamental em estudos como esse, pois através do dimensionamento e da funcionalidade do aparelho fotossintético, avalia-se a aptidão da planta em transformar energia através da fotossíntese, considerando que quanto maior a área foliar maior será essa capacidade de transformação, que culminará em índices desejáveis de produtividade (KERBAUY, 2009; PEIXOTO et al., 2011; FIRMINO et al., 2015; TAIZ et al., 2017).

Ao utilizarem fertilizantes alternativos para a rúcula, Silva et al. (2008) submeteram a cultura a níveis de salinidade e à adubação orgânica com esterco bovino, ovino/caprino e húmus de minhoca, tendo relatado médias de $115,6$ a $308,7 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$, sendo as maiores médias atribuídas ao tratamento com esterco bovino. Cavallaro Júnior et al. (2009), utilizando materiais orgânicos como farinha de chifres, cascos e ossos, e Pimentel et al. (2010) utilizando feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) como fertilizantes, concluem que devido a baixa relação C:N desses materiais, assim como a vinhaça, há uma rápida mineralização de seus nutrientes, aumentando a capacidade de nutrição do solo para a rúcula.

A massa acumulada de uma planta reflete o produto do acúmulo de fotoassimilados produzidos pelo aparelho fotossintético e sua eficiência, no que diz respeito ao bom funcionamento deste aparelho, quando submetido as condições nutricionais e edafoclimáticas adequadas aos ecossistemas agrícolas (KERBAUY, 2009; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os resultados de massa fresca (Tabela 4) repetiram o comportamento das outras variáveis, onde os maiores valores foram proporcionados pelo uso de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça que propiciou $36,06 \text{ g planta}^{-1}$.

Observa-se também que houve diferença para as médias de fitomassa seca nas doses de adubação, onde a dose de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ proporcionou cerca de 27 e 18% a mais, em relação à testemunha e à dose intermediária, respectivamente.

Na cultura do alface (*Lactuca sativa* L.) o uso da vinhaça como biofertilizante aplicado ao solo, promoveu aumento dos nutrientes nos tecidos e da fitomassa seca (UENO et al., 2013).

Para Souza et al. (2016) o uso de biofertilizante de origem vegetal, a base de *Calotropis procera*, no cultivo de rúcula promove maior rendimento de massa seca e verde, com valores médios de 2,44 e 45 g, respectivamente. Estes estudos, corroboram com o fato de que o uso de biofertilizante a base de vinhaça promoveu incrementos no acúmulo de fitomassa de rúcula.

Este resíduo é utilizado em estudos como biofertilizante, tanto para hortaliças como para outros tipos de cultura, sendo empregado para incrementar e manter a fertilidade nos sistemas de cultivo, por ser rico em nutrientes, principalmente em potássio, mas também em cálcio, magnésio e enxofre (NEGRINI, 2007; BASSO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). Essa capacidade de agir como biofertilizante, disponibilizando nutrientes para consumo pelas plantas pode ter acarretado no aumento do desempenho agrônômico à medida em que se utiliza 40 m³ ha⁻¹ no cultivo de rúcula.

Apesar de serem escassos os estudos que abordem este tema para a cultura da rúcula, resultados na literatura corroboram com os deste estudo, como os de Dalri et al. (2014) que avaliaram o desenvolvimento de alface submetida à fertirrigação com doses de vinhaça concentrada e concluíram que há eficácia na aplicação deste biofertilizante, aumentando a produtividade da cultura em relação à adubação potássica convencional.

Santos (2010) não encontrou diferença no comprimento e no número de folhas de rúcula em relação à utilização da solução convencional no sistema hidropônico. Por outro lado, em condições de campo, o manjericão (*Ocimum basilicum* L.) responde positivamente a aplicações de doses de vinhaça, aumentando os valores das características biométricas, porém não interferindo na produtividade da cultura (PALARETTI et al., 2015). E para o tomate, a prática da adubação com vinhaça traz benefícios como o aumento da produtividade, trazendo ganhos tanto no crescimento como no rendimento da cultura (GOLCHIN et al., 2017).

Dada a sua baixa relação C:N, a vinhaça possibilita uma rápida disponibilidade de nutrientes prontamente disponíveis para serem absorvidos pela planta na solução do solo (TEIXEIRA et al., 2009), isso é importante, considerando o ciclo curto que uma hortaliça como a rúcula possui (SANTOS, 2010).

Outro fator importante é que, sendo a rúcula uma cultura rica no elemento potássio (PORTO et al., 2013), significa dizer que a mesma também demanda quantidades

elevadas desse nutriente, cabendo à vinhaça suprir essa demanda e, mais do que isso, atuar no aumento da quantidade de folhas e de fitomassa em relação à não utilização desse biofertilizante.

Por outro lado, se o suprimento deste nutriente for inadequado, haverá prejuízos em diversas áreas onde tem funcionalidade, como na regulação osmótica (MARENCO e LOPES, 2009), ativação enzimática, alongamento celular e transporte de açúcares pelo floema, bem como a diminuição da quantidade de matéria fresca acumulada (KERBAUY, 2009; TAIZ e ZEIGER, 2013). Os referidos autores relatam que tais prejuízos acontecem devido a alterações no metabolismo causadas principalmente ao aparelho fotossintético.

CONCLUSÕES

Não há efeito da associação entre sistemas de cultivo e adubação com vinhaça para a rúcula ‘Cultivada’

O consórcio de rúcula com coentro e o uso da casca de arroz como cobertura morta de solo aumentam o número de folhas, fitomassa fresca, altura e área foliar de plantas de rúcula.

A adubação com 40 m³ de vinhaça ha⁻¹ é eficiente para a cultura da rúcula, promovendo aumento do número de folhas, fitomassas fresca e seca, altura e de área foliar de rúcula ‘Cultivada’

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. E. S., BEZERRA NETO, F., COSTA, L. R., SILVA, M. L., LIMA, J. S. S., BARROS JÚNIOR, A. P. Eficiência agronômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, v. 28 n. 3 p. 79 – 85. 2015

AZARENKO, O., JORDAN, M. A., LESLIE, W. Erucin, the major isothiocyanate in arugula (*Eruca sativa*), inhibits proliferation of MCF7 tumor cells by suppressing microtubule dynamics. **National Library of Medicine National Institutes of Health**, v. 9, n. 6. 2014

BARROS, R. P., VIÉGAS, P. R. A., SILVA, T. L., SOUZA, R. M., BARBOSA, L., VIÉGA, S. R. A., BARRETTO, M. C. V. MELO, A. S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, p.341-346. 2010

BASSO, C. J., SANTI, A. L., LAMEGO, F.P., SOMAVILLA, L., BRIGO, T.J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 596-602. 2013

BRZEZINSKI, C. R., ABATI, J., GELLER, A., WERNER, F., ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 083-089. 2012

CAVALLARO JÚNIOR, M. L., TRANI, P. E., PASSOS, F. A., KUHN NETO, J., TIVELLI, S. W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação (N e P) orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. S2265-S2272. 2009.

COSTA, C. C., CECÍLIO FILHO, A. B., REZENDE, B. L. A., BARBOSA, J. C., GRANGEIRO, L. C. Viabilidade agronômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 34-040. 2007.

COSTA, C. M. F., SEABRA JÚNIOR S., ARRUDA G. R., SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 93-102. 2011.

DALRI, A. B., CARVALHO NETO, O. F., MAZZONETTO, F., CORBANI, R. Z. Fertirrigação com vinhaça concentrada no desenvolvimento da alface. **Revista Agroambiental**, v. 6, n. 2. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (2013) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, v. 3. 353p.

ESPAÑA-GAMBOA, E., MIJANGOS-CORTÉS, J. O., HERNÁNDEZ-ZÁRATE, G., MALDONADO, J. A. D., ALZATE-GAVIRIA, L. M. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. **Biotechnology for Biofuels**, v. 5, p. 82. 2012

FAGERIA, N. K., MOREIRA, A. The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 110, n. 1, p. 251-331. 2011

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (2011). Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042.

FIGUEIREDO, J. A. S., INAGAKI, A. M., SEABRA JÚNIOR, S., SILVA, M. B., DIAMANTE, M. S., AQUINO, C. R. Cultivo de rúcula sob diferentes telados e campo aberto em conduções de alta temperatura e pluviosidade. **Horticultura Brasileira** v. 30, p. S321-S327. 2012

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 421 p. 2008

FIRMINO, M. C., FARIAS, M. S. S., MEDEIROS, S. S., GUERRA, H. O. C., GUIMARÃES, J. P. Altura e diâmetro do pinhão manso sob adubação fosfatada e uso de água residuária. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 11, n. 2, p. 22-31. 2015

FURLANI, C. E. A., GAMERO, C. A., LEVIEN, R., SILVA, R. P., CORTEZ, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 375-380. 2008

GARIGLIO, H. A. A., MATOS, A., MONACO, P. A. V. L. Alterações físicas e químicas em três solos que receberam doses crescentes de vinhaça. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 14-24. 2014

GOLCHIN, A., VATANI, A., SALVAND, B., RAKHSH, F. The effects of application vinasseand additive nitrogen and phosphorus on growth and yield of tomato. **Directory of Open Access Journals**, v. 30, n. 1, p. 11-18(8). 2017.

GUSMÃO, S. A. L., LOPES, P. R. A., SILVESTRE, W. V. D., OLIVEIRA NETO, C. F., PEGADO, D. S., SILVA, C. L. P., SANTOS, L. F. S., FERREIRA, S. G. Cultivo de rúcula nas condições do Trópico Úmido em Belém. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira**, Recife. Anais, Horticultura Brasileira, v. 21, n. 2, 30. 2003

HELDT, H. W., PIECHULLA, B. Phloem transport distributes photoassimilates to the various sites of consumption and storage. In Plant Biochemistry. **Academic Press**, San Diego, v. 4. 2011

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa — BDMEP**. 2018. Acessado em 20 de abril de 2018, em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>.

JESUS, E. G., FATIMA, R. T., GUERRERO, A. C., ARAÚJO, J. L., BRITO, M, E, B. Growth and gas exchanges of arugula plants under silicon fertilization and water restriction. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 119-124. 2018

- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 452 p. 2009
- LIMA NETO, A. J., DANTAS, G. T. A., CAVALCANTE, F. L., DIAS, J. T., DINIZ, A. A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 1-8. 2013
- MARENCO, R. A., LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3ªed. Editora UFV, Viçosa. 486p. 2009
- MARQUES, T. A., PINTO, L. E. V. Energia da biomassa de cana-de-açúcar sob influência de hidrogel, cobertura vegetal e profundidade de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 680–685. 2013
- MARTORANO, L. G., BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A., FARIA, R. T., MIELNICZUK, J., COMIRAN, F. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 397-405. 2009
- MELLO, G. A. B., CARVALHO, D. F., MEDICI, L. O., SILVA, A. C., GOMES, D. P., PINTO, M. F. Organic cultivation of onion under castor cake fertilization and irrigation depths. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, p. 34-42. 2018
- MONTEIRO NETO, J. L. L., SILVA, A. C. D., SAKAZAKI, R. T., TRASSATO, L. B. ARAÚJO, W. F. Tipos de coberturas de solo no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) sob as condições climáticas de Boa Vista, Roraima. **Bol. Mus. Int. de Roraima**, v. 8, n. 2, p. 47-52. 2014
- NEGRINI, A. C. A. **Desempenho de alface (*Lactuca sativa* L) consorciada com diferentes adubos verdes**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo- Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 113p. 2007
- OLIVEIRA, A. D., MEIRELLES, M. L., FRANCO, A.C. **Variáveis meteorológicas e estimativas da evapotranspiração num cultivo de soja no Cerrado**. Planaltina, EMBRAPA. 21p. (Boletim técnico, 302). (2011)
- OLIVEIRA, E. Q., SOUZA, R. J., CRUZ, M. C. M., MARQUES, V. B., FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 36-40. (2010) (Boletim técnico, 302).
- OLIVEIRA, L. A. A., BEZERRA NETO, F., SILVA, M. L., OLIVEIRA, O. F. N., LIMA, J. S. S., BARROS JÚNIOR, A. P. Viabilidade agrônômica de policultivos de rúcula/cenoura/alface sob quantidades de flor-de-seda e densidades populacionais. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 116. 2015
- OLIVEIRA, W. S., BRITO, M. E. B., ALVES, R. A. B., SOUZA, A. S, SILVA, E. G. Cultivo da cana-de-açúcar sob fertirrigação com vinhaça e adubação mineral. **Revista Verde**, v. 9, n. 1, p. 01-05. 2014
- PALARETTI, L. F., DALRI, A. B., DANTAS, G. F., FARIA, R. T., SANTOS, W. F., SANTOS, M. G. Produtividade do manjeriço (*ocimum basilicum* L.) fertirrigado

utilizando vinhaça concentrada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 5, p. 326 – 334. 2015

PEIXOTO, C. P., CRUZ, T. V., PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13. 2011

PIMENTEL, M. S., TOGUN, A. O., GUERRA, J. G. M., DE-POLLI, H. Performance of rocket crop fertilized with cattle and green manure using two planting densities. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 139-148. 2010

PORTO, R. A., BONFIM-SILVA, E. M., SOUZA, D. S. M., CORDOVA, N. R. M., POLYZEL, A. C., SILVA, T. J. A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agro@mbiente**, v. 7, n. 1, p. 28-35. 2013.

RESENDE, F. V., SOUZA, L. S., OLIVEIRA, P. S. R., GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência Agrotecnologia**, v. 2, n. 9, p. 100-105. 2005

SÁ, G. D., REGHIN, M. Y. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 378-384. 2008

SANTOS, J. D. **Utilização da vinhaça como componente de solução nutritiva para hidroponia**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 75p. 2010a

SANTOS, R. S. S. **Cultivo da rúcula em fibra de côco com solução nutritiva salinizadas em diferentes épocas**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 76p. 2010b

SILVA, A. V. L. **Uso de manipueira como biofertilizante na cultura da rúcula (*Eruca sativa* Miller) cultivada em estufa**. 2010. 40p. TCC (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 2010.

SILVA, J. K. M., OLIVEIRA, F. A., MARACAJÁ, P.B., FREITAS, R. S., MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 30-35. 2008

SILVA, M. C. L., MELO, P. C. S., LIMA, L. E., GONÇALVES, M. F. **Horta em todo canto**. Pernambuco: Caisanpe, 1, 32p. 2018

SOLINO, A. J. S., FERREIRA, R. O., FERREIRA, R. L. F., ARAÚJO NETO, S. E., NEGREIRO, J. R. S. Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 18-24. 2010

SUGASTI, J. B. **Consortiação de hortaliças e sua influência na produtividade e ocorrência de plantas espontâneas e artrópodes associados**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 158p. 2012

UENO, C. R., COSTA, A. C. S., GIMENES, M. L., ZANIN, G. M. Cultivo de alface com vinhaça submetida à biodigestão. In: Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, Maringá. **Anais**, UNICESUMAR. 2013

UENO, C. R. J., COSTA, A. C. S., GIMENES, M. L., ZANIN, G. M. Agricultural recycling of biodigested vinasse for lettuce production. **Rev. Ambient. Água**. v. 9 n. 4. 2014

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre:Artemed, 5.ed. 954p. 2013

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I., MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 6.ed, 888 p. 2017

TEIXEIRA, C. M., CARVALHO, G. J., ANDRADE, M. J. B. A, SILVA, C. A., PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalaria no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 647-653. 2009

TRANI, P. E., FORNASIER, J. B., LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Campinas, IAC. 15p. 1992

CAPÍTULO II

TEOR DE POTÁSSIO E RENDIMENTO COMERCIAL DE RÚCULA ADUBADA COM VINHAÇA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o teor de potássio, produtividade e o rendimento comercial de rúcula submetida à adubação com vinhaça em diferentes sistemas de cultivo. O experimento foi realizado de fevereiro a março de 2018, em área experimental localizada em Bom Jesus-PI (09° 04' 28''S, 44° 21' 31''W e 277 m). O delineamento empregado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 6x3 (sistemas de cultivo x doses de adubação com vinhaça), com cinco repetições. Nas parcelas foram alocados os sistemas de cultivo: (controle; consórcio de rúcula + coentro (rúcula + coentro); consórcio de rúcula + hortelã-pimenta (rúcula + hortelã); rúcula + cobertura morta de maravalha (rúcula + maravalha); rúcula + cobertura morta de casca de arroz (rúcula + casca-de-arroz); rúcula + cobertura com tecido-não-tecido-TNT (rúcula + TNT) e nas subparcelas as doses de adubação com vinhaça (0, 30 e 40 m³ ha⁻¹). Avaliou-se: teor de potássio nas folhas (g kg⁻¹), número de folhas comerciais, expresso em folhas m⁻², massas frescas e seca comerciais (g m⁻²), diâmetro do colo (mm) e produtividade. Não houve interação significativa entre sistemas de cultivo x dose de vinhaça, portanto os efeitos dos fatores foram tratados de maneira independente. Não houve diferenças significativa do diâmetro do colo em ambos os fatores. Para o fator sistema de cultivo, o maior número de folhas comerciais foi obtido no consórcio “rúcula+coentro”. Quanto as massas secas e frescas e à produtividade, o tratamento “rúcula + casca de arroz” proporcionou os melhores resultados seguidos de “rúcula + maravalha” e de “rúcula + coentro”. Não houve diferença significativa para o teor de potássio entre os sistemas de cultivo. Para o fator dose de vinhaça, o número de folhas comerciais e as massas secas e frescas assim como a produtividade e teor de potássio foram superiores na dose máxima aplicada. Diante dos resultados obtidos conclui-se que a utilização de cobertura morta assim como consórcio de culturas e a adubação com vinhaças propiciam melhores rendimentos comerciais da cultura da rúcula. E que o teor de potássio é incrementado pela adubação com vinhaça.

Palavras-chave: *Eruca sativa* Mill, consórcio, cobertura morta, adubação potássica, vinhoto

POTASSIUM CONTENT AND COMMERCIAL YIELD OF RÚCULA FERTILIZED WITH VINHAÇA IN DIFFERENT CROP SYSTEMS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the potassium content, yield and commercial yield of arugula submitted to vinasse fertilization in different cropping systems. The experiment was carried out from February to March 2018, in experimental area located in Bom Jesus-PI (09° 04 '28"S, 44° 21 '31' 'W and 277 m). The experimental design was a randomized complete block design with 6x3 subdivision parcels (cultivation systems x doses of vinasse fertilization), with five replications. In the parcels were allocated the cultivation systems: (control, intercropping of arugula + coriander (arugula + coriander), intercropping of arugula + peppermint (arugula + mint), arugula + mulch shavings (arugula + (arugula + rice husk), arugula + cover with non-woven-TNT (arugula + TNT) and in the sub-parcels the doses of manure with vinasse (0, 30 and 40 m³ ha⁻¹). It was evaluated: potassium content in leaves (g kg⁻¹), number of commercial leaves, expressed in leaves m⁻², commercial fresh masses and dry matter (g m⁻²), neck diameter (mm) and productivity. There were no significant differences between the cultivar systems and the dose of vinasse, so the effects of the factors were treated independently. of commercial leaves was obtained in the intercropping "arugula + coriander." Regarding the dry and fresh masses and productivity, the treatment "arugula + rice husk" provided the best results followed by "arugula + and "arugula + coriander". There was no significant difference in the potassium content between cropping systems. For the dose factor of vinasse, the number of commercial leaves and fresh and dry masses and productivity and potassium content were higher at the maximum applied dose. In view of the results obtained, it is concluded that the use of mulch as well as crop intercropping and vinasse fertilization provide better commercial yields of the arugula crop. And that the potassium content is increased by vinasse fertilization.

Keywords: *Eruca sativa* Mill., intercropping, mulch, potassium fertilization, vinhoto

INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Mill.) é uma hortaliça folhosa importante pelas capacidades nutracêuticas e por ser rica em elementos minerais como potássio e vitaminas (Porto et al., 2013). No Brasil, seu valor de produção, apenas no comércio de sementes, supera R\$ 2,2 milhões (ABCSEM, 2010).

No Brasil e no mundo, a produção de olerícolas é um importante segmento da economia e da agricultura, possuindo amplas alternativas de cultivo, devido a grande variedade de espécies que o setor de hortaliças tem (CARVALHO e KIST, 2016). A cadeia de produção de brássicas, como a rúcula, se destaca pelo grande volume de produção e pela alta capacidade de gerar lucros, mesmo em cultivos realizados em pequenas áreas por pequenos agricultores, sendo estes os principais produtores no Brasil (MELO et al., 2017).

Um dos obstáculos na produção de hortaliças é o custo elevado de insumos, como os fertilizantes. A substituição dos insumos químicos industrializados por fertilizantes orgânicos oriundos de materiais que poderiam ser obtidos no próprio local é uma ação que pode vir a sanar este problema (SILVA, 2010).

Materiais orgânicos alternativos como os esterco (VIEIRA et al., 2013), compostos orgânicos (SALLES et al., 2017) e plantas de cobertura (SOLINO et al., 2010) ou mesmo subprodutos residuais da indústria, que seriam descartados e se tornariam lixo no ambiente, como as tortas de grãos (SMITH, 2009) e a vinhaça podem ser considerados biofertilizantes para várias culturas, incluindo as olerícolas (DALRI, et al., 2012; POSSIGNOLO et al., 2015).

A vinhaça, um subproduto da indústria de cana-de-açúcar, quando não reutilizada, é um resíduo altamente poluidor do ambiente (cem vezes maior que o esgoto doméstico) e de capacidade corrosiva, o que dificulta o armazenamento (GARIGLIO et al., 2014).

Contudo, seu uso como biofertilizante é uma fonte de nutrientes para o crescimento e produção de culturas agrícolas (SILVA et al., 2007), configurando-se como uma alternativa sustentável para a adubação, em contraponto aos fertilizantes industriais convencionalmente utilizados.

O potássio é o nutriente mais abundantemente encontrado neste subproduto (LIMA et al., 2013) e em rúcula, se configurando como o nutriente mais exigido pela cultura (BARLAS et al., 2011). O contato do potássio com a rúcula, por exemplo, se dá através das raízes no processo de absorção que, predominantemente, acontece por difusão (PORTO et al., 2013). É absorvido na forma de K^+ e, dentre várias funções, é responsável

por melhorar a eficiência do uso da água (LELIS NETO, 2008), por controlar o processo de abertura e fechamento estomático, bem como aumento da translocação dos carboidratos sintetizados pelas folhas, além de ser o ativador enzimático de grande parte das enzimas responsáveis pelo funcionamento adequado do aparelho fotossintético, a exemplo da rubisco (MARENCO e LOPES, 2009).

Outra problemática que vem sendo estudada são meios que diminuam as intempéries edafoclimáticas, como temperaturas e insolação elevadas e chuvas em demasia, por exemplo, que podem vir a impactar negativamente a produção, mais rapidamente em culturas com tecidos mais sensíveis, como as olerícolas folhosas (CEPEA, 2015), fato este que leva à uma queda nos lucros de quem produz e comercializa (ANDRADE et al., 2014). Uma maneira de diminuir esses impactos é o manejo do plantio utilizando técnicas de cultivo como a utilização de coberturas mortas de solo (*mulching*) e consórcios. Sugasti (2012), consorciando rabanete, quiabo e alface e Solino et al. (2010) testaram o uso de diferentes coberturas mortas e doses de composto orgânico em rúcula, observando que o uso de cobertura morta e sistemas consorciados elevam a produtividade e massa fresca.

Sabe-se que trabalhos envolvendo sistemas de cultivo que diminuam a interferência de problemas climáticos e aumentem o suprimento de potássio na cultura da rúcula, com fontes alternativas de nutrientes como a vinhaça, ainda são raros. Portanto, objetivou-se avaliar o teor de potássio, produtividade e o rendimento comercial de rúcula submetida à adubação com vinhaça em diferentes sistemas de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área Experimental

O experimento foi realizado no período de Fevereiro à Março de 2018, em Bom Jesus, Piauí, Brasil (09° 04' 28''S, 44° 21' 31''W e 277 m).

O clima é quente e úmido, classificado por Köppen como *Awa* (tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C). O local apresenta temperatura média do ar de 26,2 °C e precipitação média entre 900 a 1200 mm e média, com temperaturas que alcançam 40 °C em algumas épocas do ano (INMET, 2018). Durante o período experimental observou-se temperatura e umidade relativa média do ar de 25,93 °C e 78%, apesar de, ter apresentado temperaturas máximas que chegaram a 34 °C e umidade relativa mínima de 39%. A precipitação média no período experimental foi de 230 mm mês⁻¹ (INMET, 2018).

Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento adotado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas (6x3) com cinco repetições. As parcelas consistiram nos sistemas de cultivo (controle; consórcio de rúcula + coentro (rúcula + coentro); consórcio de rúcula + hortelã-pimenta (rúcula + hortelã); rúcula + cobertura morta de maravalha (rúcula + maravalha); rúcula + cobertura morta de casca de arroz (rúcula + casca-de-arroz); rúcula + cobertura com tecido-não-tecido-TNT (rúcula + TNT); e as subparcelas as doses de adubação com vinhaça (0; 30 e 40 m³ ha⁻¹).

Foi utilizada a cultivar de rúcula ‘Cultivada’ como cultura principal e nos consórcios, a cultivar de coentro ‘HTV Dom Luiz’ (*Coriandrum sativum* L.) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.). Como coberturas de solo utilizou-se maravalha de madeira de eucalipto e casca de arroz natural, ambas sem qualquer utilização ou tratamento anterior ao experimento, além de tecido não tecido de polipropileno- TNT na cor branca.

A vinhaça foi adquirida de uma microdestilaria da Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar de Palmeira do Piauí no Município de Palmeira do Piauí, sua caracterização química é apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química da vinhaça utilizada no cultivo de rúcula. Bom Jesus-PI

| N | P | K | S | Ca | Mg | Na |
|---------------------------------|--------|--------|-----|-------|-------|------|
| ----- mg dm ⁻³ ----- | | | | | | |
| 196 | 275,54 | 879,76 | 905 | 352,5 | 122,8 | 25,0 |

N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; S: enxofre; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Na: Sódio.

Condução do Experimento

O Solo da área experimental é um Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013). Verificada a baixa saturação por bases, realizou-se a aplicação de calcário, conforme as recomendações, com o objetivo de alcançar a saturação de bases de 80% exigida pela cultura (TRANI et al., 1997).

No preparo da área foram utilizados grade de disco e encanteirador mecânicos para preparação dos canteiros e incorporação de 10 L m⁻² do adubo orgânico aplicado 7 dias antes da semeadura. O adubo aplicado foi composto orgânico resultante da decomposição da mistura de esterco caprino e folhas de eucalipto obtidas no local.

Após o preparo, foi realizada a amostragem para a análise do solo, onde observou-se que o mesmo apresentava pH e fertilidade adequados para o cultivo da rúcula (TRANI, 1997) (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise físico-química do solo (0-20 cm) utilizados no cultivo de rúcula. Bom Jesus-PI

| Ph | P | K | S | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | T | V | MO | |
|-----|--------------------------------|-----|-----|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|----|------|--------------------|
| | -----mg dm ⁻³ ----- | | | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | % | g kg ⁻¹ |
| 5,9 | 174,4 | 114 | 2,5 | 3,62 | 1,65 | 0,00 | 1,3 | 5,56 | 6,86 | 81 | 37,7 | |

pH- H₂O; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; S: enxofre; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; T: capacidade troca de cátions; V: Saturação por bases; MO: matéria orgânica.

As dimensões das parcela foram de 2 m² e das subparcelas 0,2 m². A semeadura foi realizada diretamente no local de cultivo, com espaçamento de 0,10 x 0,20 m, semeando-se entre quatro e cinco sementes por cova de 0,05 m, totalizando dez linhas por parcela, sendo cada duas linhas de cultivo igual a uma subparcela, separadas entre si por duas outras linhas não adubadas.

O desbaste, com o intuito de deixar apenas uma planta por cova, foi feito aos quatorze dias após a semeadura, findando, portanto em um estande com densidade de plantio de 500.000 plantas.ha⁻¹.

A irrigação ocorreu com uso de mangueira microperfurada para irrigação, irrigando-se de 1 a 2 vezes ao dia, buscando-se manter o solo próximo à capacidade de campo, aplicando-se de 10 a 20 litros dia⁻¹, de acordo com a necessidade da cultura (TRANI et al., 1992).

Para impedir possível competição interespecífica durante o tempo inicial de crescimento da cultura principal, a semeadura do coentro foi realizada após a emergência da rúcula. A partir disso, coentro e rúcula conviveram em consórcio até o fim do ciclo da cultura principal, semeando aproximadamente 4g de sementes de coentro por metro linear, distanciado 0,10 m das plantas de rúcula.

Foram feitas mudas de hortelã-pimenta dois meses antes da semeadura da rúcula, sendo posteriormente transplantadas para o campo com espaçamento de 0,10 x 0,20 m. As linhas de consórcios ficaram espaçadas 0,10 m da cultura principal.

O transplante das mudas de hortelã-pimenta, disposição das coberturas e a adubação com vinhaça nas parcelas foram feitas 15 DAS. As coberturas com casca de arroz e maravalha foram colocadas manualmente, espalhando-se uma camada uniforme com espessura de aproximadamente 2,0 cm, tomando-se o cuidado para não encobrir nenhuma planta.

O TNT foi cortado em faixas com as mesmas dimensões da parcela, estendido e esticado sobre a mesma, sendo fixado por estacas rentes ao solo. Após, foram abertos furos no tecido, em cada cova, para exposição das plantas. As doses de vinhaça foram

diluídas em 1 litro de água e aplicadas uniformemente sobre as subparcelas com uso de regador manual.

Amostragem e Coleta de Dados

Aos 35 DAS foi realizada a coleta das amostras (LINHARES et al., 2009), foram colhidas três plantas aleatórias por subparcela, onde cada planta representava uma amostra, totalizando nove plantas por parcela.

Após colheita manual as plantas foram lavadas em água corrente para retirada de materiais aderidos e, posteriormente, lavadas com água destilada. Depois da lavagem, foram transportadas em sacos plásticos até o laboratório para as avaliações e análises laboratoriais: Teor de potássio nas folhas (g kg^{-1}), número de folhas comerciais, expresso em folhas m^{-2} (AUMONDE et al., 2011), massas frescas e seca comerciais (g m^{-2}), diâmetro do colo (mm) e produtividade (t ha^{-1}).

Para obtenção do diâmetro do colo foi utilizado paquímetro digital, mediu-se a largura da interseção entre as folhas e as raízes.

Considerando que não há padrão comercial estabelecido para folhas de rúcula na região, foram consideradas comerciais aquelas que, segundo o público consumidor local, eram inteiras, de verde abundante, sem aspecto fibroso, intactas, sem marcas de injúrias mecânicas, iguais ou maiores que 10 cm. Ou seja, adequadas visualmente para vendas no comércio e compra pelos consumidores.

Após contagem, as folhas foram pesadas em balança de precisão para obtenção das massas frescas e posteriormente colocadas em sacos de papel e alocadas em estufa com circulação forçada de ar a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ até que atingissem massa constante, sendo posterior pesadas em balança de precisão para obtenção das massas secas.

A produtividade foi calculada a partir do resultado da massa fresca, extrapolando os resultados para t ha^{-1} .

As amostras secas foram trituradas em moinho tipo Willye e o teor de potássio determinado em espectrofotômetro de chama, após digestão da biomassa seca da parte aérea com solução ácida nitro-perclórica, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, realizada com auxílio do software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011). Quando houve diferença

entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre sistemas de cultivo x dose de vinhaça ($p < 0,05$), portanto os efeitos dos fatores nas parcelas (representadas pelos sistemas de cultivo) e nas subparcelas (doses de adubação) serão discutidos de maneira independente.

Efeitos dos Sistemas de cultivo

Diante dos resultados, observou-se que para diâmetro do colo e teor de potássio que não houve diferença entre os tratamentos, sendo as médias dessas variáveis de 5,78 mm e 60,97 g kg⁻¹, respectivamente. No entanto, para o número de folhas e as fitomassa fresca e seca comerciais, bem como a altura de plantas e produtividade houve diferença entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios do número de folhas (NFC), altura, massa fresca (MF), massa seca (MS) e produtividade (Prod) comerciais de rúcula ‘Cultivada’ em diferentes sistemas de cultivo.

| Sistemas de cultivo | NFC m ⁻² | MF (g m ⁻²) | MS (g m ⁻²) | Prod. (ton ha ⁻¹) |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Controle | 305,03 b | 1129,06 b | 187,10 b | 11,29 c |
| R. + coentro | 389,76 a | 1169,50 abc | 201,50 ab | 11,69 abc |
| R. + hortelã | 296,56 b | 1152,03 bc | 202,66 ab | 11,52 bc |
| R.+ maravalha | 310,26 b | 1221,23 ab | 200,00 ab | 12,21 ab |
| R+ casca de arroz | 379,60 a | 1242,93 a | 228,83 a | 12,43 a |
| R. + TNT | 305,30 b | 1128,13 c | 192,66 b | 11,28 c |
| CV (%) | 11,87 | 5,73 | 13,97 | 5,73 |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. R. + coentro (rúcula + coentro); R. + hortelã (rúcula + hortelã); R. + maravalha (rúcula + maravalha); R.+ casca de arroz (rúcula + casca de arroz); R. + TNT (rúcula + TNT)

Na Tabela 3 observa-se, através das médias para o número de folhas comerciais, que houve diferença nos tratamentos “rúcula + coentro” e “rúcula + casca de arroz” proporcionaram maior número de folhas, com 21,74 e 19,64% a mais que o controle, respectivamente.

Maior quantidade de folhas, indicam que houve maior capacidade de crescimento e produção de fotoassimilados para a realização das atividades fisiológicas, bem como a produção de outros órgãos e ainda mais folhas pela planta (KERBAUY, 2009).

Para a rúcula, em geral, folhas com número maior significam maior área foliar, matéria fresca e, conseqüentemente, produtividade e lucro. Além disso, a venda do produto em maços é predominante, ou seja, o consumidor compra o produto por volume de folhas e não pelo peso que possuem (NASCIMENTO et al., 2013).

Quanto as massas secas e frescas e a produtividade, o tratamento “rúcula + casca de arroz” proporcionou os melhores resultados. A testemunha produziu 18% menos matéria seca que este tratamento, que também proporcionou 5,95% a mais de matéria fresca e produtividade que o tratamento “rúcula + coentro” e cerca de 9% a mais que a testemunha (Tabela 3).

O uso de coberturas de solo deve ser um dos tratos culturais no cultivo de rúcula (AGUIAR et al., 2014). Solino et al. (2010), testando o uso de diferentes coberturas (ervas espontâneas e *Arachis pintoi*) no cultivo de rúcula sob adubação com composto orgânico (esterco de curral + *Cynodon dactylon*), encontraram médias de massa fresca nos tratamentos com cobertura morta superiores aos encontrados neste trabalho, tendo alcançado de 4895 a 7651 g m⁻², mas produtividade semelhante de 9 a 13,58 t ha⁻¹. A discrepância dos resultados de matéria fresca talvez se dê por conta da diferença nos materiais utilizados como cobertura e ao clima dos ambientes de cultivo, mas também porque os autores consideraram toda a massa de folhas e não apenas de folhas comerciais.

Apesar da escassez de trabalhos com cobertura morta envolvendo a rúcula, são encontrados resultados positivos proporcionados pelo uso dessas coberturas para plantas da mesma família. Exemplo disso é o uso de restos de cultura de *Brachiaria brizantha* L. como cobertura de solo no cultivo de couve-flor, que apresenta maior massa média e produtividade, com incrementos, em relação a testemunha, de 20 e 24,32%, respectivamente (SILVA et al., 2017).

Carvalho et al. (2011), estudando repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) cultivado sobre cobertura de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e diferentes intervalos de irrigação, chegaram à conclusão que o uso de cobertura morta eleva a massa média de cabeças e a produtividade da cultura.

Os aumentos em número de folhas, fitomassa e produtividade ocorreram por melhorias nas condições edafoclimáticas proporcionadas pelas coberturas, que promovem a estruturação e aeração do solo e a diminuição da incidência solar na

superfície, impedindo a rápida perda de água por evaporação, e garantindo umidade por mais tempo (TORRES et al., 2015), tornando o microclima mais favorável ao crescimento das plantas.

Do ponto de vista financeiro a utilização do consórcio de rúcula mais coentro é mais rentável que as coberturas utilizadas, tendo em vista que a produtividade sob o tratamento com uso de casca de arroz foi apenas cerca de 5,95% superior e o produtor pode considerar a obtenção de dois produtos comercializáveis ao fim da safra.

Pivetta et al. (2007) estudando o cultivo consorciado de rúcula com alface em sistema orgânico e biodinâmico, e Almeida et al. (2015) estudando essa mesma consorciação de plantas adubadas com flor-de-seda (*Calotropis procera*), obtiveram médias de número de folhas de 264,25 e 160 folhas m⁻².

Estes resultados corroboram com os deste trabalho, onde “rúcula + coentro”, assim como “rúcula + casca de arroz”, promoveu maior altura de plantas, visto que os autores atribuem à consorciação e proteção do solo o fato das plantas terem aumentado este órgão em tamanho e número.

O fato do consórcio diminuir as temperaturas do solo e das plantas que o compõem, em função da quantidade de plantas cobrindo a superfície (TEIXEIRA et al., 2005), está relacionado também neste trabalho com o aumento desta característica.

No estudo de Barros Júnior et al. (2008), onde avaliou-se a rentabilidade da rúcula em consórcio com alface crespa e americana (cujos resultados foram: 7230,37 e 5242,12 kg ha⁻¹, respectivamente), a produtividade foi 30,1% e 49,32% menor em relação à monocultura (10344,58 kg ha⁻¹).

O fato da consorciação “rúcula + coentro” ter demonstrado resultado superior no número de folhas, mostra que não houve competição entre as duas culturas, nem diminuição da produtividade em função de alelopatia, portanto, o uso de consórcios deste tipo é benéfico e pode ser uma alternativa na produção dessas hortaliças.

De acordo com Teixeira et al. (2005) a associação de plantas em consórcios é capaz de aumentar ganhos de produtividade e lucro por área cultivada, proporcionados inclusive pela capacidade se ter mais de uma cultura para comercializar. Além disso, promove melhor utilização dos recursos ambientais e equilíbrio ecológico, diminuindo problemas como a infestação por plantas daninhas, pragas e doenças, como demonstrado por Sugasti (2012), em que os consórcios com quiabo, alface e rabanete promoveram menor densidade e massa fresca de plantas daninhas, menor incidência de pulgões e maior incidência de predadores em relação a monocultura.

Efeitos das Doses de Vinhaça

Observou-se que para diâmetro do colo não houve diferença entre as doses, sendo a média dessa variável 5,78 mm.

No entanto, houve diferença para o número de folhas e as fitomassa fresca e seca comerciais, bem como a produtividade e teor de potássio (Tabelas 4). O número de folhas comerciais também diferiu, sendo a dose maior ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) aquela que proporcionou maior média, 369,85 folhas m^{-2} .

Tabela 4. Valores médios do número de folhas comerciais (NFC) altura, massa fresca, massa seca e produtividade (Prod) de rúcula ‘Cultivada’ com diferentes doses de vinhaça

| DOSE ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) | NFC m^{-2} | Massa fresca (g m^{-2}) | Massa seca (g m^{-2}) | Prod. (ton ha^{-1}) |
|------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 308,38 b | 1122,15 b | 175,66 b | 11,22 b |
| 30 | 315,03 b | 1144,03 b | 185,21 b | 11,44 b |
| 40 | 369,85 a | 1255,26 a | 245,50 a | 12,55 a |
| CV (%) | 13,57 | 5,42 | 19,55 | 5,42 |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Prod: (Produtividade)

O aumento do número de folhas indica a existência de maior capacidade de fotossíntese e produção de fotoassimilados, crescimento e produção de mais folhas pela planta (KERBAUY, 2009), isto é benéfico, visto que a olerícola em questão é folhosa, portanto o aumento da quantidade de folhas significará aumento no lucro do produtor e demais comerciantes de rúcula (MELO et al., 2017). Nesta hortaliça, geralmente, folhas maiores e em maior número significam maior área foliar, matéria fresca e, conseqüentemente, produtividade, considerando também que, geralmente, o consumidor compra o produto por volume de folhas e não pelo peso que possuem (NASCIMENTO et al., 2013).

Valores semelhantes são encontrados nos resultados de Caixeta et al. (2017), onde estudaram o efeito de três fontes de adubação (cama de frango, esterco bovino + MAP e adubo mineral 4-14-4) em plantas de rúcula, onde nos tratamentos com uso de adubação orgânica obtiveram número de folhas inferiores aos encontrados neste trabalho, com total de folhas de 225 e 275,75 folhas m^{-2} , respectivamente, mas superior quando utilizou-se adubo mineral (628 folhas m^{-2}).

O aumento do número de folhas no tratamento com adubo mineral, segundo os autores, é atribuído à rápida solubilidade e mineralização deste tipo de adubo. O mesmo pode ser dito em função da maior dose de adubação com vinhaça, visto que, segundo

Silva et al. (2014), este fertilizante líquido proporciona maior mobilidade de nutrientes no solo para nutrir a planta, em função da solubilidade deste biofertilizante.

Na Tabela 4, pode-se observar que a dose de 40 m³ ha⁻¹ promoveu as maiores médias de massa fresca, massa seca e produtividade (1255,26 g m⁻², 245,50 g m⁻² e 12,55 t ha⁻¹, respectivamente). O incremento em relação as outras doses se deu pelo maior aporte de nutrientes no solo prontamente disponíveis para as plantas proporcionados pela vinhaça.

Como relatado por Dalri et al. (2014) avaliando o desenvolvimento de alface adubada com vinhaça concentrada, cujo fertilizante aumentou o número de folhas, a massa média e a produtividade da cultura, e por Ueno et al. (2013) estudando o uso de vinhaça biodigerida, onde a vinhaça promove aumento de massa seca e acúmulo de nutrientes (N, P e K) em alface. Ambos afirmam que o incremento na fitomassa e na produtividade se deve a boa disponibilidade de nutrientes deste biofertilizante.

Sendo a vinhaça rica em potássio e um biofertilizante de baixa relação C:N, cuja capacidade de mineralização é alta (SILVA et al., 2007; LIMA et al., 2013), pode-se afirmar que o aumento na quantidade de folhas, na massa e na produtividade de rúcula sob a dose 40 m³ ha⁻¹ se deu em função do aumento de potássio mineralizado no solo, proporcionado pela adição da vinhaça e pela maior absorção deste nutriente pelas plantas deste tratamento, evidenciado pelo maior aporte nas folhas (Figura 1). Na Figura 1 observa-se que o maior teor de potássio foi encontrado nas plantas submetidas a maior dose de vinhaça, tendo proporcionado média de 68,87 g kg⁻¹.

Barlas et al. (2011) estudando o conteúdo nutricional de rúcula cultivada em Aydin, na Turquia, sem adubação, observaram teores de potássio que variam de 39,9 a 59,8 g kg⁻¹. Cavarianni et al. (2008) avaliando o conteúdo nutricional de rúcula submetida a adubação nitrogenada, encontraram teores de potássio que variaram de 42,7 a 50,6 g kg⁻¹, a medida em que se aumentaram as doses de nitrogênio.

Valores superiores do teor de potássio neste trabalho podem ser explicados pelo incremento ocasionado pela adição via doses de adubação com a vinhaça, um biofertilizante reconhecido por apresentar conteúdo alto deste nutriente.

Porto et al. (2013), testando doses de adubação com óxido de potássio em plantas de rúcula sob diferentes lâminas de irrigação, observou máxima produção (976 g m⁻²) com a aplicação de 250 mg dm⁻³ de K₂O. Oliveira et al. (2016) afirmam que o aumento na dose de potássio até 60 kg ha⁻¹ em plantas de rúcula promove aumento do número de folhas (8,91 folhas planta⁻¹) e, conseqüentemente, de produtividade.

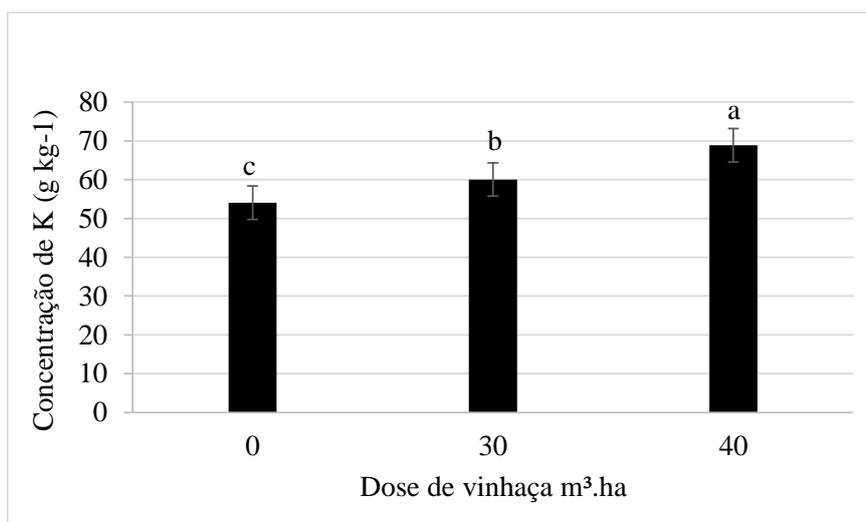


Figura 1. Concentração de potássio em folhas comerciais de rúcula 'Cultivada' adubada com vinhaça. CV (%): 10,02. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse elemento é o mais exigido pela rúcula, sua deficiência contribui para a diminuição de fotoassimilados e conseqüentemente, pode diminuir a produtividade da cultura (BARLAS et al., 2011). De todo modo, o potássio contribui com o aumento da matéria fresca e seca e produtividade, participando da abertura e fechamento dos estômatos, onde ao entrar nas células-guarda faz com que o potencial hídrico diminua e ocorra a entrada de água, tornando-as túrgidas e fazendo com que haja a abertura dos estômatos e o reinício das trocas gasosas que possibilitam a fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2013). Segundo Porto et al. (2013) o potássio possibilita maior eficiência no uso da água de irrigação no cultivo da rúcula. Isso se deve ao fato deste elemento controlar a abertura estomática, que está diretamente relacionada com a manutenção ou perda de água via evapotranspiração (MARENCO e LOPES, 2009). Deste modo, a quantidade de água nas células vegetais é diretamente proporcional à disponibilidade deste nutriente, que atua regulando grande parte da atividade enzimática das plantas, além de, segundo Malavolta (2006), criar condições favoráveis aos processos fotossintéticos, como a manutenção da turgidez das folhas, que acarretará também em uma maior interceptação de radiação solar que incide sobre as plantas e sobre o solo.

CONCLUSÕES

A utilização de cobertura morta a base de casca de arroz, assim como consórcio com coentro propiciam maior rendimento comercial de rúcula ‘Cultivada’.

A adubação com vinhaça na dose $40 \text{ m}^{-3} \text{ ha}^{-1}$ incrementam o rendimento comercial e o teor de potássio em rúcula ‘Cultivada’.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. T. E., GONÇALVES, C., PATERNIANI, M. E. A. G. Z. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agronômico, ed 7, 452 p. 2014
- ALMEIDA, A. E. S., BEZERRA NETO, F., COSTA, L. R., SILVA, M. L., LIMA, J. S. S., BARROS JÚNIOR, A. P. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 79 – 85. 2015
- ANDRADE, A. J. P., SILVA, N. M., SOUZA, C. R. As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 77-96. 2014
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMERCIO DE SEMENTES E MUDAS. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças – ano calendário 2009**. São Paulo, 2010.
- AUMONDE, Z. T., PEDÓ, T., LOPES, N. F., MORAES, D. M., PEIL, R. M. N. Partição de matéria seca em plantas do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada. *R. bras. Bioci.*, v. 9, n. 3, p. 387-391. 2011
- BARLAS, N. T., IRGET, M. E., TEPECIK, M. Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). **African Journal of Biotechnology**, vol. 10(64), 14080-14082. 2011
- BARROS JÚNIOR, A. P., REZENDE, B. L. A., CECÍLIO FILHO, A. B., MARTINS, M. I. E. G., PÔRTO, D. R. Q. Custo de produção e rentabilidade de alface crespa e americana em monocultura e quando consorciada com rúcula. **Caatinga (Mossoró,Brasil)**, v 21, n 2, 181- 192. 2008
- BASSO, C. J., SANTI, A. L., LAMEGO, F.P., SOMAVILLA, L., BRIGO, T.J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 596-602. 2013
- CAIXETA, M. M. A., ALMEIDA, M. J., WINDER, A. R. S., DARIN, E. P., BUSO, W. H. D. Desempenho da rúcula cultivada em diferentes modos de adubação. **Revista Mirante**, v. 10, n. 2. 2017
- CARVALHO, C., KIST, B. B. **Anuário brasileiro de hortaliças 2017**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 56 p. 2016.
- CARVALHO, J. F., MONTENEGRO, A. A. A., SOARES, T. M., SILVA, E. F. F., MONTENEGRO, S. M. G. L. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n. 3, p.256–263, 2011
- CAVARIANNI, R. L., CECÍLIO FILHO, A. B., CAZETTA, J. O., MAY, A., CORRADI, M. M. Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutrients solution. **Scientia Agrícola**. v. 65, p. 652-658. 2008.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Hortifruti Brasil. **ESALQ/USP**, ano 13, n. 141. 2015

DALRI, A. B., CARVALHO NETO, O. F., MAZZONETTO, F., CORBANI, R. Z. Fertirrigação com vinhaça concentrada no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 2. 2014

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (2011). Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042

GARIGLIO, H. A. A., MATOS, A., MONACO, P. A. V. L. Alterações físicas e químicas em três solos que receberam doses crescentes de vinhaça. **Irriga**, 19(1):14-24. 2014

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa — BDMEP**. 2018. Acessado em 20 de abril de 2018, em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 452 p. 2009

LELIS NETO, J. A. **Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicada em diferentes tipos de solo**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

LIMA, R. P., ROLIM, M. M., DANTAS, M. S. M., COSTA, A. R. F. C., DUARTE, A. S., SILVA, A. R. Atributos químicos de um Neossolo Regolítico distrófico em função das doses e tempos de aplicação de vinhaça. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 3, 261-268. 2013

LIMA NETO, A. J., DANTAS, G. T. A., CAVALCANTE, F. L., DIAS, J. T., DINIZ, A. A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 1-8. 2013

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARENCO, R. A., LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3ªed. Editora UFV, Viçosa. 486p. 2009

MELO, A. C. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1. 100p. 2017

NASCIMENTO, C. H. R., BENTO, G. F., FOGAÇA, M. J., MOREIRA, R., MASSOCATO, E., DIAS, J. R. M. Desempenho de rúcula (*Eruca sativa* Miller) a partir de dosagens excessivas de nitrogênio. In.: XXXIV Congresso brasileiro de ciência do solo. **Anais:...** SBCS. 2013

PIVETTA, L. A., COSTA, M. S. S. M., MARINE, D., GOBBI, F. C., CASTOLDI, G., SOUZA, J. H., PIVETTA, L. G. Avaliação do cultivo consorciado de rúcula com alface, em sistema orgânico e biodinâmico na região oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Agroecologia**, vol. 2, n. 2. 2007.

PORTO, R. A., BONFIM-SILVA, E. M., SOUZA, D. S. M., CORDOVA, N. R. M., POLYZEL, A. C., SILVA, T. J. A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agro@ambiente**, v. 7, n. 1, p. 28-35. 2013

POSSIGNOLO, N. V.; ALVES, K. A. S., BARRETO, T. M., VITTI, A. C. Caracterização da vinhaça in natura e concentrada para viabilização da mistura de fontes nitrogenadas. **Revista Ciencia & Inovação - FAM** - v. 2, n. 1. 2015

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 35-40, abr./jun. 2017

SILVA, A. V. L. **Uso de manipueira como biofertilizante na cultura da rúcula (Eruca sativa Miller) cultivada em estufa**. TCC (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 40 p. 2010

SILVA, A. P. M., BONO, J. A. M., PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014

SILVA, H. B. L., OLIVEIRA, J. F., CURVELO, C. R. S. Resíduos de cobertura morta do solo no cultivo da couve-flor. In.: **VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano**, Urutaí. 2017.

SILVA, M. A. S., GRIEBELER, N. P., BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 108–114, 2007

SMITH, J. O. **Plantas de cobertura e doses de torta de mamona no cultivo orgânico de alface sob plantio direto**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009, 101p.

SOLINO, A. J. S., FERREIRA, R. O., FERREIRA, R. L. F., ARAÚJO NETO, S. E., NEGREIRO, J. R. S. SUGASTI, J. B. **Consortiação de hortaliças e sua influência na produtividade e ocorrência de plantas espontâneas e artrópodes associados**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 158p. 2012

UENO, C. R., COSTA, A. C. S., GIMENES, M. L., ZANIN, G. M. Cultivo de alface com vinhaça submetida à biodigestão. In: Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, Maringá. **Anais, UNICESUMAR**. 2013

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. 174p. 1995

TEIXEIRA, C. M., CARVALHO, G. J., ANDRADE, M. J. B. A, SILVA, C. A., PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalaria no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 647-653. 2009

TRANI, P. E., FORNASIER, J. B., LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Campinas, IAC. 15p. 1992

TORRES, J. L. R., ARAÚJO, A. S., BARRETO, A. C., SILVA NETO, O. F., SILVA, V. R., VIEIRA, D. M. S. Desenvolvimento e produtividade de couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 510-514. 2015

VIEIRA, D. A.; CARVALHO, M. M. P.; CARVALHO, T. R. F.; MELO JÚNIOR, J. C. F. de; PIMENTEL, M. S. Rendimento fitotécnico de rúcula usando diferentes adubos orgânicos como fonte de nitrogênio. In: Jornada de iniciação científica da embrapa semiárido, 8., 2013, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há efeito da associação entre sistemas de cultivo e adubação com vinhaça para a rúcula ‘Cultivada’

O consórcio de rúcula com coentro e o uso da casca de arroz como cobertura morta de solo aumentam o número de folhas totais e comerciais, fitomassa fresca e área foliar de rúcula ‘Cultivada’.

A adubação com a dose $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça é eficiente para a cultura da rúcula, promovendo aumento do número de folhas totais e comerciais, fitomassas fresca e seca e de área foliar de rúcula ‘Cultivada’.

A utilização de cobertura morta a base de casca de arroz, assim como consórcio com coentro propiciam maior rendimento comercial de rúcula ‘Cultivada’.

A adubação com vinhaça na dose $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ incrementam o rendimento comercial e o teor de potássio em rúcula ‘Cultivada’.