



FONTES DE ADUBOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE RÚCULA

Sources of organic fertilizers on arugula production

Lucas Kevin Andrade Cruz¹, Gabriel Marostegan Ruffino², Raíra Andrade Pelvine³ e Antonio Ismael Inácio Cardoso⁴

RESUMO

Tem-se observado um aumento na produção de rúcula em sistema orgânico, porém, existem poucos estudos com adubação orgânica na produção dessa hortaliça. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a produção de rúcula, com três fontes de adubos orgânicos antes do plantio, e duas fontes em cobertura. Foram avaliados seis tratamentos, com cinco repetições, no delineamento experimental de blocos ao acaso. Os tratamentos avaliados foram: controle sem adubação; apenas adubação de plantio (AP) com esterco bovino (EB); apenas AP com EB + torta de mamona (TM); apenas AP com EB + bokashi (BOK); AP com EB e adubação de cobertura (AC) com TM; AP com EB e AC com BOK. A combinação de EB com TM ou BOK no plantio e AP com EB + AC com TM foram os tratamentos superiores ao controle para todas as características relacionadas à produção. Obteve-se maior número de folhas, massa fresca por planta e altura das plantas no tratamento de AP com EB + AC com TM (27,9, 34,1 g e 33 cm, respectivamente). A incorporação de TM ou BOK pode ser feita no plantio, junto com o EB, visando diminuir custos com mão de obra, em comparação a aplicação em cobertura.

¹ Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Botucatu (2013-2020). E-mail: lucaskevin16@gmail.com

² Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Botucatu (2012-2018). E-mail: gabrielmarostegan420@gmail.com

³ Mestrado em Agronomia - Horticultura e atualmente Doutoranda em Agronomia - Horticultura, pela Universidade Júlio Mesquita Filho - Unesp, Botucatu-SP. E-mail: raira_andpeltine@hotmail.com

⁴ Doutor em Agronomia Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade de São Paulo (1997). Professor titular da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. E-mail: antonio-ismael.cardoso@unesp.br

Palavras-chave: *Eruca sativa*. torta de mamona. bokashi. esterco bovino.

ABSTRACT

There has been an increase in the production of arugula in the organic system, however, there are few studies with organic fertilization in the production of this vegetable. The present paper aims to evaluate the production of arugula with three sources of organic fertilizers before planting, and two sources in top dressing (TD). Six treatments were evaluated, with five replications, in a randomized block design. The evaluated treatments were: control without fertilization; only planting fertilization (PF) with cattle manure (CM); only PF with CM + castor bean cake (CBC); only PF with CM + bokashi (BOK); PF with CM and TD with CBC; PF with CM and TD with BOK. The combination of CM with CBC or BOK before planting and PF with CM + TD with CBC were the treatments superior to the control for all characteristics related to production. Higher number of leaves, fresh weight per plant and plant height were obtained in the treatment with CM before planting + TD with CBC (27,9, 34,1 g and 33 cm, respectively). The incorporation of CBC or BOK can be done when planting together with CM in order to reduce labor costs, compared to its application in TD.

Keywords: *Eruca sativa*. Castor bean cake. Bokashi. Cattle manure.

Recebido em: 25/05/2020
Aceito para publicação em: 10/11/2021

Correspondência para:
lucaskevin16@gmail.com

Introdução

As hortaliças são produzidas em diferentes sistemas, sendo a agricultura convencional responsável pela maior parte da produção mundial. Entretanto, nos últimos anos, a produção de hortaliças em sistema orgânico vem crescendo, em média, 20% ao ano, decorrente da preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos e do ambiente, procurando alternativas para que se possam substituir o uso de insumos agroindustriais com altos custos econômicos, sociais e energéticos (SOUZA; RESENDE, 2014).

As oleráceas extraem do solo e exportam, em suas partes consumidas, uma maior quantidade de nutrientes em relação a outras culturas, que devem ser repostos via adubação (FILGUEIRA, 2008). O N, geralmente, é o primeiro ou segundo nutriente mais extraído pelas plantas. No solo, o N necessita passar pelo processo de mineralização para ser aproveitado pela planta. Pela mineralização, as formas orgânicas de N são convertidas em nitrogênio mineral, através da ação de microrganismos (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). Por conta do N ser facilmente perdido no solo, por volatilização ou por lixiviação, é proposto que o fornecimento aconteça com a aplicação de materiais que contenham matéria orgânica, pois eles têm a possibilidade de armazená-lo no solo por um maior período de tempo (KIEHL, 2010).

Entre os esterco mais utilizados como fonte de matéria orgânica para a produção de hortaliças, destacam-se o bovino, caprino e de galinha, sendo o bovino o mais utilizado como fonte de matéria orgânica pelos produtores de hortaliças, em razão da maior disponibilidade no mercado (SANTOS et al., 2010). O uso do esterco bovino na fertilização do solo pode proporcionar a regulação na disponibilidade dos nutrientes e acarretar uma maior produtividade das culturas, além de ser uma fonte largamente utilizada em propriedades agrícolas de pequenos produtores (MELO et al., 2011; SILVA et al., 2011).

A torta de mamona é um subproduto industrial rico em N, que se encontra no Brasil em grandes quantidades (MALAVOLTA et al., 2002). Esse material é muito utilizado na agricultura orgânica, inclusive em cobertura, porém, existem poucos estudos relacionados aos seus efeitos em hortaliças (SILVA et al., 2016).

O bokashi consiste em um composto orgânico preparado a partir da adição de microrganismos que agem na fermentação de materiais diversos, como farelos, esterco e palhas (SOUZA, 1999). Os microrganismos contidos no bokashi decompõem a matéria orgânica, disponibilizando e transformando nutrientes na forma orgânica em substâncias solúveis e disponíveis às plantas (SOUZA; RESENDE, 2014). Também tem sido utilizado na adubação em sistemas orgânicos, inclusive em cobertura (SILVA et al., 2018).

Segundo Caixeta et al. (2017), a demanda por informações sobre a utilização de fertilizantes orgânicos vem aumentando, como alternativa para minimizar os desequilíbrios ecológicos causados pela adubação intensiva de hortaliças com fertilizantes minerais altamente solúveis. Além disso, tem-se a geração de resíduos orgânicos provenientes de atividades diversas, como a torta de mamona, o que demanda pesquisas para a utilização destes resíduos de maneira sustentável.

Uma das características desses adubos orgânicos é a gradual liberação de N mineral no solo, o que diminui riscos de eventuais perdas. Esta liberação gradual de N pode limitar a produção das culturas de ciclo muito curto como a rúcula (*Eruca sativa*), ainda mais quando utilizado em cobertura. Nessas condições, é grande a dificuldade do sincronismo entre a disponibilização de N no solo e sua absorção pela planta. Em outras hortaliças de ciclo mais longo que a rúcula, tanto a torta de mamona como o bokashi têm mostrado serem boas opções para adubação em cobertura (SILVA et al., 2016; 2018).

A agricultura orgânica tem se desenvolvido no Brasil em escala crescente nos últimos anos (VILELA et al., 2019). Esse sistema de produção pode tornar-se um meio de promoção socioeconômica

aos pequenos agricultores, criando novas redes de comercialização e alcance de novos mercados (ALVES; BOTELHO, 2014).

Diante do exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a interação entre diferentes fontes de adubação orgânica antes do plantio, e em cobertura na produção de rúcula no sistema orgânico.

Material e Métodos

O experimento foi implantado no Sítio do Vale, localizado no município de Botucatu, SP. A propriedade está situada a 22°51'55" S e 48°27'22" O, com altitude em torno de 770 m. O clima predominante é do tipo temperado mesotérmico (Cfa), conforme a classificação de Koppen (CUNHA; MARTINS, 2009). Os dados da temperatura, umidade relativa do ar e precipitação acumulada, foram obtidos através do site Ciiagro (Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo). Os valores médios de temperatura e de umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento foram, respectivamente, de 20,2°C e 79,73%. A precipitação acumulada foi de 46,6 mm.

As principais características químicas do solo (0-20 cm) foram determinadas coletando uma amostra da área antes da implantação do experimento. Os dados encontrados apresentaram os seguintes valores: pH = 5,3; matéria orgânica = 6 g dm⁻³; P_{resina} = 43 mg dm⁻³; N = 0,3 g dm⁻³; V% = 67 e H+Al, K, Ca, Mg, SB, CTC igual a 13; 5,1; 13; 9; 27; 40 mmol_c dm⁻³, respectivamente.

Foram avaliados seis tratamentos, combinando três fontes de adubos orgânicos (esterco bovino, torta de mamona e bokashi) incorporados ao solo sete dias antes do plantio, e duas fontes (torta de mamona e bokashi) em cobertura, com cinco repetições, no delineamento experimental de blocos ao acaso. Dado que o local onde se conduziu o experimento não se trata de uma unidade experimental, e sim de um sítio de produção sob manejo orgânico, não foi possível realizar um tratamento químico comparativo com os fertilizantes orgânicos propostos na pesquisa, já que não é permitida a utilização de fertilizantes inorgânicos ou outros materiais sintéticos em sistema orgânico de produção agropecuária, segundo a Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003. Os tratamentos avaliados foram: controle sem adubação; apenas adubação de plantio com esterco bovino (adubação realizada pelo produtor); apenas adubação de plantio com esterco bovino + torta de mamona; apenas adubação de plantio com esterco bovino + bokashi; adubação de plantio com esterco bovino e adubação de cobertura com torta de mamona; adubação de plantio com esterco bovino e adubação de cobertura com bokashi.

Antes da implantação do experimento, foram realizadas as análises químicas da torta de mamona e bokashi. Na análise química do lote da torta de mamona utilizada, obteve-se os seguintes valores, expressos em porcentagem em base úmida: N = 2,31; P₂O₅ = 1,8; K₂O = 1,01; Ca = 6,94; Mg = 0,58; S = 0,55; umidade (65°C) = 14; matéria orgânica = 46 e C = 29. A análise química do lote de bokashi teve os seguintes valores, expressos em porcentagem em base úmida: N = 2,27; P₂O₅ = 1,15; K₂O = 0,8; Ca = 0,78; Mg = 0,43; S = 0,36; umidade (65°C) = 6; matéria orgânica = 78 e C = 46.

Na propriedade onde foi realizada a pesquisa, o produtor utiliza apenas esterco bovino (18,75 t ha⁻¹) antes do plantio na produção de rúcula. As doses de torta de mamona (5,2 t ha⁻¹) e bokashi (5,28 t ha⁻¹) foram baseadas na porcentagem de N presente em cada adubo e foi a quantidade necessária para fornecer a dose média de N recomendada por Trani e Raji (1997), para a cultura que é de 120 kg ha⁻¹.

A semeadura foi realizada no dia 21/04/2019, em bandejas de polipropileno, de 200 células. Em cada célula foi colocada quatro sementes da cultivar Astro (Sakata Seed Sudamerica Ltda), com o objetivo de padronizar o número de plantas por célula. As mudas foram transplantadas (03/05/2019) a campo aberto, em canteiros, com espaçamento de 0,2 m entre linhas e 0,1 m entre covas, totalizando 20 covas por parcela, sendo avaliadas as cinco covas centrais. A adubação em cobertura com torta de mamona e bokashi, de acordo com cada tratamento, foi realizada sete dias após o transplante das mudas, colocando-se os adubos nas entrelinhas, sem serem incorporados ao solo.

O sistema de irrigação utilizado foi por sânteno, com aplicação de uma lâmina média diária de 4 mm, segundo recomendado por Minami & Neto (1998). O controle de plantas espontâneas foi realizado através de capinas manuais ao longo do ciclo, e não foram observados sintomas de doenças nem ataque de pragas à cultura. A colheita foi realizada no dia 06/06/2019, cortando-se a parte aérea das plantas rente ao solo e, logo em seguida, foram avaliadas as seguintes características: altura da planta, número de folhas por planta e massa fresca e seca da parte aérea por planta. A massa seca foi obtida após secagem em estufa de circulação forçada de ar (65°C) por cinco dias.

Além destas características relacionadas à produção, também foram avaliadas as seguintes características físico-químicas: intensidade de cor verde (índice SPAD); sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/AT (ratio). A leitura da intensidade de cor verde das folhas foi realizada com o auxílio de um clorofilômetro portátil, em uma amostra de dez folhas por parcela. Depois, essas amostras foram trituradas e homogeneizadas e os teores de sólidos solúveis foram determinados por leitura refratométrica direta, expressa em °Brix, conforme metodologia de AOAC (2005), utilizando-se refratômetro de mesa marca Atajo - N1, com ajuste automático de temperatura. A leitura de pH na amostra de folhas trituradas e homogeneizadas foi realizada utilizando-se um potenciômetro digital DMPH-2, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). A acidez titulável foi determinada por titulometria e os valores foram expressos em porcentagem de ácido málico, conforme metodologia descrita por Dagar et al. (2011) e a relação entre sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT = ratio) foi calculada e os resultados foram expressos em número puro, com duas casas decimais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

As plantas, nos tratamentos em que se utilizou torta de mamona ou bokashi em cobertura, e quando se utilizou torta de mamona antes do plantio, apresentaram maiores valores para altura média, em comparação aos tratamentos controle (sem adubação) e com adubação de plantio apenas com esterco bovino (Tabela 1). Para o número de folhas por planta também foram obtidos resultados semelhantes, com menores valores nos tratamentos controle (sem adubação) e com adubação de plantio apenas com esterco bovino, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si. Tanto para a massa fresca como a seca por planta, observou-se que estes três tratamentos (torta de mamona ou bokashi em cobertura ou torta de mamona antes do plantio) foram superiores apenas ao controle, já não diferindo do tratamento apenas com esterco bovino antes do plantio.

Tabela 1. Altura das plantas, número de folhas por planta (NF), massa fresca por planta (MFP) e massa seca por planta (MSP) de rúcula em função dos tratamentos de adubação orgânica. Botucatu-SP, junho de 2019.

Tratamento	Altura (cm)	NF	MFP (g)	MSP (g)
Controle	27,9bc	20,2b	19,5b	1,35b
Somente plantio (EB)	26,4c	19,2b	25,5ab	1,85ab
Somente plantio (EB+TM)	32,8a	26,5a	31,6a	2,09a
Somente plantio (EB +BOK)	31,5a	25,7a	30,8a	2,07a
Plantio (EB) + Cobertura (TM)	33,0a	27,9a	34,1a	2,31a
Plantio (EB) + Cobertura (BOK)	30,4ab	25,2a	26,4ab	1,79ab
CV (%)	4,62	9,59	16,75	20,69

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. EB = Esterco bovino; TM = Torta de mamona; BOK = Bokashi.

A utilização apenas de esterco bovino antes do plantio, manejo utilizado pelo produtor onde se instalou a pesquisa, não diferiu do controle sem adubação para essas características vegetativas relacionadas à produção (Tabela 1), por se tratar de um solo eutrófico, com boa disponibilidade de

nutrientes. Esse adubo orgânico apresenta liberação mais lenta de nutrientes (SEVERINO et al., 2004), e pode não ter disponibilizado os nutrientes a tempo de serem aproveitados pelas plantas de rúcula, que foram colhidas 41 dias após a incorporação do esterco bovino. Esses autores observaram que a mineralização da torta de mamona tem velocidade seis vezes mais rápida que a do esterco bovino. Além da velocidade de mineralização ser mais lenta, no tratamento apenas com esterco bovino antes do plantio, a quantidade de nutrientes aportados foi inferior aos demais tratamentos que apresentaram, além do esterco bovino, torta de mamona ou bokashi, em dose que correspondia a $120 \text{ kg}^{-1} \text{ ha}$ de N.

Salles et al. (2017) observaram que a adubação utilizando esterco bovino como única fonte em plantio na produção de rúcula (cv. *Apresiasi Folha Larga*) resultou nos menores valores de massa fresca da parte aérea e número de folhas por planta, comparado a utilização de esterco de aves. No entanto, quando utilizados conjuntamente, os dois estercos (esterco de aves e bovino) resultaram em maior produção em comparação a utilização apenas de esterco bovino. Caixeta et al. (2017) também relataram que a utilização de esterco bovino não diferiu do controle sem adubação, e foi inferior a cama de frango na produção (massa fresca de folhas) de rúcula.

Os tratamentos em que se utilizou torta de mamona ou bokashi não diferiram entre si. Porém, quando se utilizou o bokashi juntamente com o esterco bovino antes do plantio, não foi observada diferença em relação a utilizar apenas esterco bovino ou mesmo ao controle sem adubação para a maioria das características relacionadas à produção (altura, massa fresca e seca) (Tabela 1). Desse modo, a torta de mamona pode ser considerada uma opção para o cultivo de hortaliças, para complementar a adubação das plantas pela sua rápida liberação de nutrientes, ainda mais em uma cultura de ciclo tão curto como a rúcula. O bokashi também pode ser alternativa de fertilizante orgânico, usado pelo produtor por sua praticidade e sua extrema importância por melhorar as características físicas, químicas e biológicas dos solos. Soares (2018) obteve aumento médio na massa fresca e seca de planta de 19% e 9%, respectivamente, em relação à testemunha com a incorporação desse adubo orgânico em plantio no cultivo da rúcula. Já Trani et al. (2000), estudando doses de adubos orgânicos em cultivares de alface sob cultivo protegido, observaram que o composto bokashi e o esterco de frango mostraram resultados superiores à utilização de esterco de curral para as características número de folhas e matéria fresca. Além disso, esse composto fermentado pode ser relevante em cultivos sucessivos de hortaliças, por melhorar a fertilidade do solo, como descreve Fonseca et al. (2014), que relataram melhora nos atributos químicos do solo, nas áreas que receberam bokashi, no cultivo de alface e rúcula em sucessão. Silva et al. (2018) obtiveram aumento na produtividade de beterraba, com a utilização de bokashi em cobertura. Silva et al. (2016), Candian (2018) e Lanna (2018) também relataram aumento na produtividade de beterraba, couve-flor e abobrinha-de-moita, respectivamente, com a utilização de torta de mamona em cobertura, e explicaram o resultado por esse adubo orgânico ser rico em N e liberá-lo rapidamente. Portanto, a utilização desses adubos orgânicos tem sido relatada por diferentes autores como vantajosa em diferentes hortaliças.

De acordo com Grangeiro et al. (2011), o N é o segundo nutriente mais acumulado pela rúcula, sendo indispensável o seu fornecimento para se produzir essa espécie. Aguiar Júnior et al. (2010) afirmam que a aplicação desse nutriente favorece o aumento da parte aérea e, conseqüentemente, da produção, pois é essencial na maioria dos processos fisiológicos da planta, na síntese de proteínas e na fotossíntese, sendo considerado por Yong et al. (2010) como o nutriente que, quando em falta, mais limita a produção de biomassa vegetal.

Estudando doses de N inorgânico em cobertura, Purquerio et al. (2007) relataram as maiores produtividades de rúcula, com doses variando de 167 a 231 kg ha^{-1} , dependendo do espaçamento e do ambiente (campo ou protegido). Segundo esses autores, sendo a rúcula uma hortaliça folhosa, a adubação nitrogenada torna-se de grande importância. Aguiar Júnior et al. (2010), avaliando doses de N, verificaram o aumento na área foliar e altura das plantas de rúcula até a dose estimada de 180 kg ha^{-1} de N, e menores valores a partir dessa dose. Também Carvalho et al. (2012) relataram maior produtividade em rúcula com elevadas doses de N. Freitas (2017) obteve aumento na produtividade

de rúcula, com húmus de minhoca com até 250% da dose recomendada de N, e concluíram que a rúcula pode ter uma exigência nesse nutriente maior que o que normalmente tem sido recomendado. Nesta pesquisa foram utilizados bokashi e torta de mamona em cobertura, em quantidades equivalentes a 120 kg ha⁻¹ de N, dose recomendada por Trani e Raij (1997). No entanto, essa dose pode, ainda, não ser a melhor, visando a máxima produtividade no menor tempo. Além disso, mesmo tendo elevada velocidade de liberação de N (SEVERINO et al., 2004), provavelmente o tempo entre a aplicação e a colheita não foi suficiente para liberar todo o nutriente para as plantas de rúcula. Portanto, talvez, doses superiores desses adubos orgânicos resultassem em maiores produções.

Observou-se que não houve diferença estatística significativa para as características físico-químicas de intensidade da cor verde (Spad), pH, sólidos solúveis, acidez titulável e ratio avaliadas em função das fontes e formas de aplicação dos adubos orgânicos, com médias de 31,91; 5,77; 4,82^oB; 0,120% e 40,30, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Intensidade de cor verde, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis, acidez titulável (AT) e relação SS/AT (Ratio) em folhas de rúcula em função dos tratamentos de adubação orgânica. Botucatu-SP, junho de 2019.

Tratamento	Intensidade da cor verde (Spad)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	AT (g de ácido málico 100g ⁻¹)	SS/AT (Ratio)
Controle	31,36a	5,86a	5,36a	0,125a	43,15a
Somente plantio (EB)	33,72a	5,83a	4,58a	0,129a	35,32a
Somente plantio (EB+TM)	30,64a	5,73a	4,54a	0,112a	40,21a
Somente plantio (EB +BOK)	30,48a	5,78a	4,6a	0,116a	40,04a
Plantio (EB) + Cobertura (TM)	34,08a	5,74a	4,96a	0,118a	42,08a
Plantio (EB) + Cobertura (BOK)	30,14a	5,70a	4,84a	0,116a	41,69a
CV (%)	12,84	1,98	13,81	12,76	13,77
Média	31,91	5,77	4,82	0,120	40,30

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. EB = Esterco bovino; TM = Torta de mamona; BOK = Bokashi.

Esperava-se que, para a intensidade de cor verde, houvesse diferença estatística, pois não foi feita adubação no tratamento controle e a quantidade de adubos orgânicos não foi a mesma em todos os tratamentos, ou seja, a quantidade de N disponibilizada às plantas não foi a mesma. Normalmente, a intensidade de cor verde e os valores de leitura do Spad estão diretamente relacionados ao teor de N nas folhas. Esse índice pode ser indicativo da deficiência de N e auxiliar no manejo da adubação nitrogenada (MARCUSI et al., 2004; MÓGOR et al., 2013). No entanto, nesta pesquisa, não se observou diferença entre os tratamentos, com cor verde intenso das folhas em todos os tratamentos, mesmo no controle.

Silva (2017) observou sintomas de deficiência de N em plantas de rúcula adubadas com até 100 kg ha⁻¹ de N, isto é, as plantas apresentaram tamanho reduzido, sem cobertura plena do solo, pecíolos curtos e com cor púrpura, com maiores intensidades dos sintomas em menores doses. Esses sintomas também foram descritos por Souza et al. (2011). No entanto, na presente pesquisa, não foram observados esses sintomas, mesmo no controle sem adubação, o que justifica a ausência de diferença de cor das folhas avaliada pelo índice Spad.

Quanto aos valores obtidos para o teor de sólidos solúveis (média de 4,82^oB), encontrou-se números semelhantes aos obtidos por outros autores, como relatado por Nunes et al. (2013): 5,12^oB. Já Meinerz (2015), relatou valores de 3,24 a 5,33^oB e Campos et al. (2013) encontraram valores médios 3,72^oB em rúculas produzidas sob manejo orgânico.

Com relação aos valores de pH, a variação entre os tratamentos foi muito pequena, com média de 5,77. Nunes et al. (2013), analisando a qualidade da rúcula pós-colheita cultivada em sistema orgânico armazenada sob refrigeração, demonstraram que os valores de pH variaram durante o

período verificado, com valores mínimos de 5,03, aos 10 dias, e um máximo de 5,72, aos 5 dias de armazenamento.

No presente estudo, a média obtida de acidez titulável (AT) foi de 0,12 %, valores superiores aos obtidos por Campos et al. (2013), que relataram valor médio de AT de 0,04 %. Nunes et al. (2013) obteve 0,107 g de ácido málico, por 100g em rúcula cultivada sob manejo orgânico. A acidez em hortaliças é atribuída aos ácidos orgânicos dissolvidos nos vacúolos celulares. Em alguns materiais, os ácidos orgânicos contribuem para a acidez, assim como para o aroma característico de cada produto, porque alguns componentes são voláteis. Os compostos fenólicos também apresentam caráter ácido, podendo, de certa forma, contribuir para a acidez, além da adstringência (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005).

Com referência aos valores apresentados para a relação SS/AT (ratio), encontrou-se média de 40,30, números superiores aos relatados por Nunes (2011), que obteve 31,18, e por Meinerz (2015), que obteve 24,55. Essa relação demonstra uma medição da relação entre açúcares e ácidos presentes na planta, sendo um importante critério na avaliação do sabor das plantas pelos consumidores (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005).

Na propriedade onde foi realizada a pesquisa, o produtor utiliza apenas esterco bovino (18,75 t.ha⁻¹) na produção de rúcula. Esse tratamento foi o único que não diferiu do controle sem adubação para todas as características físicas e de produção, mostrando que não há vantagem nessa prática. Por outro lado, quando se combinou esterco bovino com outro adubo orgânico (torta de mamona ou bokashi), os resultados foram superiores. Portanto, esse produtor pode escolher entre torta de mamona e bokashi, assim como incorporar os adubos antes do plantio ou utilizar esterco bovino antes do plantio e torta de mamona ou bokashi em cobertura. Pensando em redução de custos, aplicar os dois adubos (esterco bovino + torta de mamona ou bokashi) antes do plantio deve ser vantajoso, pois se economiza em mão de obra, ao não ser necessário realizar a adubação em cobertura. Oliveira et al. (2010) afirmaram que a rúcula só apresenta significância para adubação orgânica a partir do segundo ciclo, pois a disponibilidade dos nutrientes presentes na adubação orgânica pode demandar mais tempo para tornar-se disponível à planta do que o ciclo da cultura. No entanto, observou-se que a adubação orgânica pode sim favorecer o aumento na produtividade de rúcula no primeiro ciclo, mesmo com aplicação em cobertura. Claro que os resultados podem variar de acordo com a fonte de adubo orgânico utilizado, tipo de solo e condições ambientais, necessitando de estudos com diferentes tipos de adubos, em diferentes condições ambientais, para se poder realizar recomendações de adubação orgânica mais confiáveis.

Conclusões

A combinação de esterco bovino com outra fonte orgânica (torta de mamona ou bokashi) na produção de rúcula proporcionou melhores resultados ao produtor. A incorporação das fontes orgânicas (torta de mamona ou bokashi) pode ser feita no plantio, junto com o esterco bovino, visando diminuir custos com mão de obra. As características físico-químicas da parte aérea não foram afetadas pela adubação orgânica.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à CAPES pelas bolsas.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR JÚNIOR, R.A.; GUISEM, J.M.; SILVA, A.G.P.; FIGUEIREDO, R.T.; CHAVES, A.M.; PAIVA, J.B.P.; SANTOS, F.N. **Interferência de doses de nitrogênio na produção de área foliar, biomassa fresca e seca de rúcula.** Horticultura Brasileira, v.28, n.2, p.S3970-S3974, 2010.
- ALVES, M. A. S; BOTELHO, M. I. V. **Agroecologia e novos meios de vida para o desenvolvimento rural sustentável.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 9, n. 2, p. 114-129, 2014.

- AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry international**. 18. ed. Gaithersburg: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY, 2005.
- 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, p.191-200, 2017.
- CAMPOS, B.O.; OSHIRO, V.S.; AYD, M. **Avaliação química de rúcula de diferentes procedências**. Revista Interbio, v.7, n.2, p.54-60, 2013.
- CANDIAN, J.S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. 58 p. Tese (Doutorado). Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.
- CARVALHO, K.S.; SILVA, E.M.B.; SILVEIRA, M.H.D.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, N.; **Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação**. Enciclopédia Biosfera, v.8, n.15; p.1545-1553, 2012.
- CAVALLARO, M.L.J.; TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; NETO, J.K.; TIVELLI, S.W. **Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral**. Bragantia, v.68, n.2, p.347-356, 2009.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e atual. Lavras: UFLA, 2005.
- CUNHA, A.R.; MARTINS, D. **Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP**. Irriga, v.14, n.1, p.1-11, 2009.
- DAGAR, A.; WEKSLER, A.; FRIEDMAN, H.; OGUNDIWIN, E.A.; CRISOSTO, C.H.; AHMAD, R.; LURIE, L. **Comparing ripening and storage characteristics of "Oded" peach and its nectarine mutant "Yuval"**. Postharvest Biology and Technology, v.60, n.1, p.1-6, 2011.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistic analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.
- FONSECA, J.O.G.; OLIVEIRA, E.A.G.; RIBEIRO, R.L.D.; ARAÚJO, E.S.; GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A. **Desempenho agrônômico de alface e rúcula em sucessão, em função de diferentes doses de composto fermentado, sob manejo orgânico**. Cadernos de Agroecologia, v.9, n.3, p.1-4, 2014.
- FREITAS, B.V. **Resposta agroeconômica da produção de rúcula adubada com húmus de minhoca sucedida pelo cultivo de rabanete**. 2017. 77 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- GRANGEIRO, L.C.; OLIVEIRA, F.; NEGREIROS, M.; MARROCOS, S.; LUCENA, R.; OLIVEIRA, R. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.1, p.11-16, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- KIEHL, E.J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Degaspari. 2010. 248 p.
- LANNA, N.B.L. **Composto orgânico e torta de mamona na produção e qualidade de frutos e sementes de abobrinha-de-moita**. 2018, 120 p. Tese (Doutorado). Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 200 p. 2002.
- MARCUSSI, F.F.N.; GODOY, L.J.G.; VILLAS BOAS, R.L. **Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de N e P pela planta**. Irriga, v.9, n.1, p.41-51, 2004.
- MEINERZ, M.J.A.O. **Qualidade física, química e físico-química de rúcula orgânica em função do período de colheita e armazenamento**. 2015. 50 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.
- MELO, A. V. de; GALVÃO, J. C. C.; BRAUN, H.; SANTOS, M. M. dos; COIMBRA, R. R.; SILVA, R. R. da; REIS, W. F. dos. **Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral**. Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 2, p. 411–420, 2011.
- MINAMI, K.; NETO, J.T. **A cultura da rúcula (Série Produtor Rural)**. Piracicaba: ESALQ, 19 p., 1998.
- MÓGOR, Á.F.; BARBIZAN, T.; PAULETTI, V.; OLIVEIRA, J.; BETTONI, M.M. **Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.43, n.4, p.10-15, 2013.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 626 p., 2002.
- NUNES, C.J.S.; SOUZA, M.L.; FERREIRA, R.L.F. **Qualidade e pós-colheita da rúcula orgânica armazenada sob refrigeração**. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.17, p.2231-2240, 2013.
- 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, n.1, p.36-40, 2010.

- PURQUERIO, L.F.V.; DEMANT, L.A.R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R.L. **Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula**. Horticultura Brasileira, v.25, n.3, p.464-470, 2007.
- 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, v.4, n.2, p. 35-40, 2017.
- SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. **Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido**. Revista de Ciências AgroAmbientais, v.8, n.1, p.83- 93, 2010
- SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. **Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.5, n.1, p.1-7, 2004.
- SILVA, M. C.; PEREIRA, F. H. F.; SARMENTO, A. L. R.; MEDEIROS, J. E.; LACERDA, F. H. D. **Fontes de esterco e concentração de nutrientes na solução nutritiva em alface cultivada em solo**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, p. 41-49, 2011.
- SILVA, P.H.S. **Adubação nitrogenada em rúcula: Efeitos no crescimento, produtividade e nutrição**. 2017. 36 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2017.
- SILVA, P.N.L.; LANNA, N.B.L.; CARDOSO, A.I.I. **Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura**. Horticultura Brasileira, v.34, p.416-421, 2016.
- SILVA, P.N.L.; LANNA, N.B.L.; CARDOSO, A.I.I. **Doses de bokashi em cobertura na produção de beterraba**. Revista de Agricultura Neotropical, v.5, n.1, p.28-34, 2018.
- SOARES, K.R.M. **Efeito de diferentes doses de composto fermentado “tipo bokashi” na produção de rúcula**. 2018. 45 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.
- SOUZA, J.L. **Cultivo orgânico de hortaliça: sistema de produção**. Viçosa, MG: CPT, 154 p, 1999.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 564 p. 2014.
- SOUZA, L.F.G.; RODRIGUES, M.A.; SILVA, M.L.P.; SILVA, G.S.; CECILIO FILHO, A.B. **Caracterização de sintomas de excesso de micronutrientes e deficiência de macronutrientes em rúcula**. Horticultura Brasileira, v.29, n.2, p.1-8, 2011.
- TRANI, P.E.; RAIJ, B. Van. Hortaliças. In: RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.
- TRANI, P.E.; TAMISO, L.G.; HASS, F.J.; TAVARES, M.; BERTON, R.S. **Adubação orgânica da alface de verão sob cultivo protegido**. Horticultura Brasileira, v.18, Suplemento, p.762-764, 2000.
- VILELA, G.F; MANGABEIRA, J.A. de C.; MAGALHÃES, L.A.; TÔSTO, S.G. **Agricultura orgânica no Brasil: um estudo sobre Cadastro Nacional de Produtores orgânicos**. 1 ed. Campinas: Embrapa Territorial, 2019. 20p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197399/1/5058.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- YONG, J.W.H.; NG, Y.F.; TAN, S.N.; CHEW, A.Y.L. **Effect of fertilizer application on photosynthesis and oil yield of *Jatropha curcas* L**. Photosynthetica, v.48, n.2, p.208-218, 2010.