

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E EFICIÊNCIA NO USO DE ÁGUA EM RÚCULA ADUBADA COM CINZA VEGETAL

Edna Maria Bonfim-Silva¹, Tonny José Araújo da Silva¹, Claudia Cardoso do Santos², Carlos Eduardo Avelino Cabral³, Ivyne Borges dos Santos⁴

1. Professor Doutor da Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Universitário de Rondonópolis (embonfim@pq.cnpq.br)
2. Pós-Graduanda em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Universitário de Rondonópolis.
3. Pós-Graduando em Agricultura Tropical na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá
4. Graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis. Brasil.

Data de recebimento: 07/10/2011 - Data de aprovação: 14/11/2011

RESUMO

A utilização de resíduos na agricultura é interessante pela economia e aumento de produtividade das plantas reduzindo o uso de fertilizantes, além da deposição segura destes materiais no ambiente. Objetivou-se avaliar as características produtivas e eficiência no uso de água em plantas de rúculas adubadas com cinza vegetal. O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis-MT. As parcelas experimentais consistiram em vasos construídos com garrafas PETS de 2,5 litros, com capacidade para 1 litro de solo, utilizando-se pavio de lã para auto-irrigação por capilaridade. O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (doses de cinzas: 0,0; 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0 g dm⁻³) e quatro repetições. Foi utilizado 300 mg dm⁻³ de nitrogênio em todas parcelas experimentais. Todas as variáveis ajustaram-se a modelo linear de regressão. Observou-se aumento de 89,14; 94,83; 56,23; 44,16 e 94,93 %, respectivamente para produção de massa verde, massa seca, número de folhas, consumo de água e eficiência no uso de água em plantas de rúculas, quando comparado o tratamento da maior dose (15 g dm⁻³) com o tratamento que não recebeu aplicação de cinza. A cinza aumenta a produção e melhora a eficiência no uso de água por plantas de rúculas.

PALAVRAS-CHAVES: Adubo alternativo; *Eruca sativus* Miller; Sustentabilidade; Resíduo sólido.

PRODUCTIVE CHARACTERISTICS AND WATER USE EFFICIENCY IN FERTILIZED ARUGULA WITH VEGETABLE ASH

ABSTRACT

The use of waste in agriculture is interesting because of the economy and increase plant productivity by reducing fertilizer use, and safe disposal of these materials in the environment. The objective was evaluate the production

characteristics and water use efficiency in plants of arugula fertilized with ash vegetable. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Mato Grosso, Campus Rondonopolis-MT. The experimental plots consisted of pot built with plastic bottles of 2.5 liters, with a capacity of 1 liter of soil, using wool to wick of self-irrigation by capillarity. The design was completely randomized design with six treatments (ash doses: 0.0, 3.0, 6.0, 9.0, 12.0 and 15.0 g dm⁻³) and four replications. Were used 300 mg dm⁻³ of nitrogen in all experimental plots. All variables set to linear regression model. There was an increase of 89.14, 94.83, 56.23, 44.16 and 94.93% respectively for shoot weight, dry weight, leaf number, water consumption and water use efficiency in arugula plants, compared the treatment of the highest dose (15 g dm⁻³) with the treatment they received no vegetable ash. The ash increases production and improves efficiency in water use by plants of arugula.

KEYWORDS: Alternative fertilizer; *Eruca sativus* Miller; Sustainability; Solid wast

INTRODUÇÃO

O uso de energia térmica em indústrias e usinas a partir da queima de produtos vegetais tem gerado resíduos, o que torna necessário medidas para utilização desse material. A composição da cinza vegetal depende da matéria prima, mas comumente apresenta em sua constituição fósforo, potássio, cálcio e magnésio, sendo este último pouco disponível por apresentar na forma de carbonatos (OSAKI & DAROLT, 1991).

Devido a presença desses nutrientes essenciais, a cinza vegetal tem sido apontada como uma adubação alternativa, além de ser uma prática que pode atenuar o problema com destino de resíduos sólidos. A utilização de resíduos na adubação de culturas é uma alternativa que visa a redução da dependência de fertilizantes químicos, que são extraídos de rochas ou necessitam de petróleo para sua produção, sendo que ambos possuem longo ciclo geológico. A substituição parcial de fertilizantes minerais por fontes alternativas é uma estratégia que pode prolongar a exploração de rochas, que são matéria prima que são renovadas em longo prazo.

O uso de cinza como adubo proporciona incremento na produção de alface e mudas de goiabeira, além do efeito observado no solo, com elevação de pH e redução do teor de alumínio trocável (DAROLT et al., 1993; PRADO et al., 2003). Embora se tenha evidenciado o aumento na produção com o uso de cinza, é relevante que se avalie o consumo de água e a eficiência do uso, tendo em vista que se alcance sustentabilidade do sistema solo-água-planta. Desse modo, quando a planta está com a sua nutrição adequada, além de expressar o seu potencial produtivo, também pode ser mais eficiente na absorção e utilização de água no solo (BONFIM-SILVA et al., 2007). Assim, objetivou-se avaliar a produção de massa verde e seca, número de folhas e a eficiência no uso de água por plantas de rúculas submetidas a adubação com cinza em LATOSSOLO Vermelho.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, de dezembro de 2010 a janeiro de 2011. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, no qual cada parcela consistiu em vasos de Leonard adaptados com capacidade de 1dm³ de solo.

A cinza vegetal foi proveniente de caldeira de indústria de fertilizantes. O material utilizado para obtenção da cinza foi de macega de capim-marandu e eucalipto. Os tratamentos consistiram em doses em doses de cinza vegetal: 0, 3, 6, 9, 12 e 15 g dm⁻³, sendo esta cinza submetida a caracterização química (Tabela 1). Cada parcela experimental foi feita de garrafa PET (polietileno tereftalato) com capacidade para 2,5 L. Cada garrafa foi preenchida com 1,5 L de água, e cortada nesse nível. A parte superior acondicionou o solo, e foi encaixada sobre a parte inferior da garrafa, que tinha a finalidade de armazenar água.

O solo foi coletado na camada de 0-20 cm em reserva de Cerrado nativo, feito sua caracterização química e física (Tabela 2) de acordo com EMBRAPA (1997) e classificado como LATOSSOLO Vermelho (EMBRAPA, 2006).

TABELA 1. Composição química da cinza de caldeira

N	P ₂ O ₅ (CNA+Água)	K ₂ O	Zn Total	Cu Total	Mn CNA+Água	B Água	Ca	S
(%)								
0,56	1,67	2,72	0,01	0,01	0,00	0,02	2,70	1,49

TABELA 2. Resultados de análises químicas e granulométrica de amostra do Latossolo Vermelho na profundidade de 0-20 cm

pH	P	K	Ca	Mg	Al	V	M.O	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		%			g kg ⁻¹		
4,0	1,2	40	0,2	0,1	1,3	6,5	24,8	476	83	441

Foi realizado peneiramento do solo em malha de 4 mm. Foi realizado calagem para elevação da saturação por bases para 50%, com calcário dolomítico (PRNT = 80,3%), que permaneceu incubado por 30 dias. Em seguida, foi realizada adubação com cinza vegetal e feito semeadura da rúcula com 20 sementes de rúcula por vaso e quando as plantas atingiram 10 cm foi feito o desbaste, permanecendo duas plantas por vaso. Juntamente com o desbaste foi feito a aplicação de 300 mg dm⁻³ de nitrogênio em todas as parcelas experimentais. A manutenção de umidade do solo foi realizada por um sistema de auto-irrigação por capilaridade, por meio de um pavio de lã, que conectou as duas partes que compunham o vaso adaptado de Leonard (VINCENT, 1970). A parte inferior do vaso foi mantida com 600 mL de água, sendo realizada a reposição de água diariamente, quantificando-se a água repostada.

Vinte dias após a o desbaste foi realizada a contagem das folhas e coleta das plantas, determinado-se a massa fresca das folhas, e em seguida todo material foi colocado em estufa de circulação forçada a 65°C até atingir massa constante, para posterior determinação da massa seca. As variáveis avaliadas foram: número de folhas, massa verde e seca da parte aérea, consumo e eficiência no uso da água.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão, adotando-se nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve significância com ajustes a modelo linear de regressão para as variáveis: massa fresca e seca de folhas, número de folhas, consumo de água e eficiência no uso de água pelas plantas de rúcula.

A resposta da massa verde da parte aérea foi descrita por modelo linear, em que houve um aumento da massa em resposta as doses de cinza (Figura 1). Observou-se aumento de 89,14% da produção obtida pela maior dose (15 g dm^{-3}) quando esta foi comparada com o tratamento que não recebeu aplicação de cinza, semelhante ao incremento obtido por CAVALLARO JUNIOR et al. (2009), que utilizaram fontes minerais e orgânicas consagradas, como MAP, DAP e farinha de ossos e cascos, o que demonstra que a cinza pode ser alternativa para produção de olerícolas.

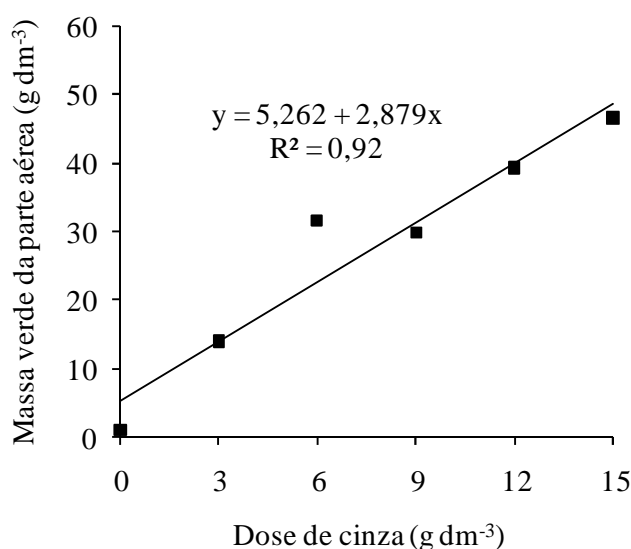


FIGURA 1. Massa verde da parte aérea de rúculas em função das doses de cinza em LATOSSOLO Vermelho do Cerrado.

Os resultados de produção de massa verde de rúcula em função da adubação com cinza vegetal estão de acordo com as respostas observadas por BLANCO & ZAMBON (1993) que verificaram aumento significativo de produção de massa seca de alface submetida a doses de cinza vegetal, com maiores produções observadas nas doses de 10 a 30 t ha^{-1} .

A produção de massa seca da parte aérea de rúcula aumentou com as doses de cinza, no qual houve incremento de 94,83%, comparando a maior dose de cinza (15 g dm^{-3}) com o tratamento que não recebeu adubação com cinza (Figura 2).

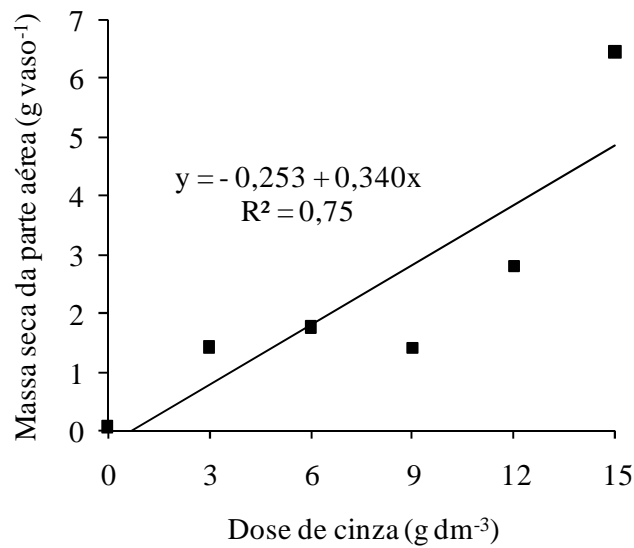


FIGURA 2. Massa seca da parte aérea de plantas de rúculas em função das doses de cinza em LATOSSOLO Vermelho do Cerrado.

O incremento na produção de alface já foi observado por DAROLT et al. (1993), que afirmaram um aumento na concentração de potássio e fósforo nas folhas dessa olerícola. PRADO et al. (2003), adubando mudas de goiabeira com cinza, observaram respostas quadráticas com as maiores produções nas doses entre de 0,36 a 0,57 g dm⁻³. BELLOTE et al. (1994) concluíram que resíduos de celulose e cinza de caldeira na dose de 50 t ha⁻¹ melhoram a porosidade e a capacidade de retenção de água do solo e a fertilidade. Assim, o aumento de produção de rúcula em função de doses de cinza pode está relacionada principalmente ao fornecimento de fósforo, potássio, cálcio e magnésio presentes nesse adubo. Resultados da literatura apontam que de modo geral as cinzas causam várias melhorias químicas do solo (NAYLOR & SCHMIDT 1989; TOMKINS et al. 1991; KHANNA et al. 1994). Conforme MALAVOLTA (1989), além de corrigir o pH do solo, a cinza possui uma grande quantidade de potássio como óxido (K₂O) e como carbonato (K₂CO₃) e essa quantidade de potássio solúvel em água é muito variável com a origem do material.

Para o número de folhas, observou-se incremento de 56,23%, quando comparado o tratamento da maior dose de cinza (15g dm⁻³) com o tratamento que não recebeu adubação com cinza (Figura 3).

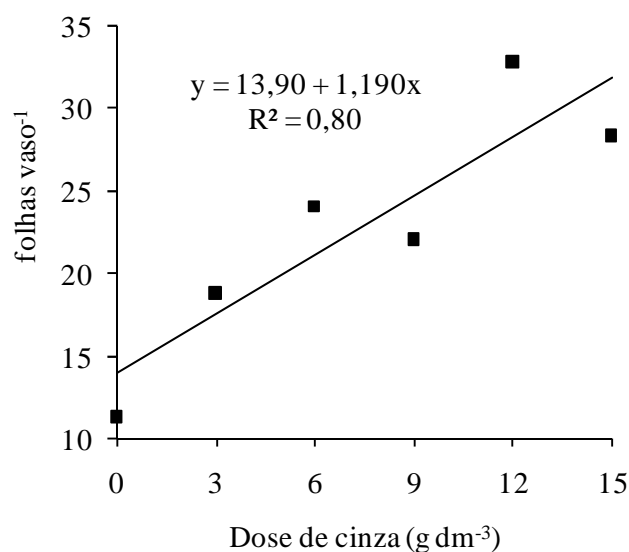


FIGURA 3. Número de folhas de rúcula em resposta a doses de cinza em LATOSSOLO Vermelho do Cerrado.

Incrementos inferiores foram observados por LINHARES et al. (2008), quando compararam a utilização de adubos verdes com a ausência de adubação, o que demonstra que a interação entre a adubação alternativa com a adubação mineral pode propiciar maiores incrementos, como foi observado na utilização de cinza vegetal associada a adubação nitrogenada.

Com o aumento das doses de cinza houve um incremento no consumo de água das rúculas (Figura 4A). Esse comportamento pode ser justificado pelo maior incremento na produção. Houve incremento no consumo de água de 44,16%, comparando a maior dose de cinza (15 g dm⁻³) com o tratamento que não recebeu adubação com cinza. O incremento na produção foi superior ao de consumo de água, o que demonstra maior eficiência no uso da água à medida que se aumenta doses de cinza vegetal (Figura 4B). Houve acréscimo na eficiência do uso de água de 94,93% da maior dose, comparando-a com o tratamento sem adubação com cinza vegetal.

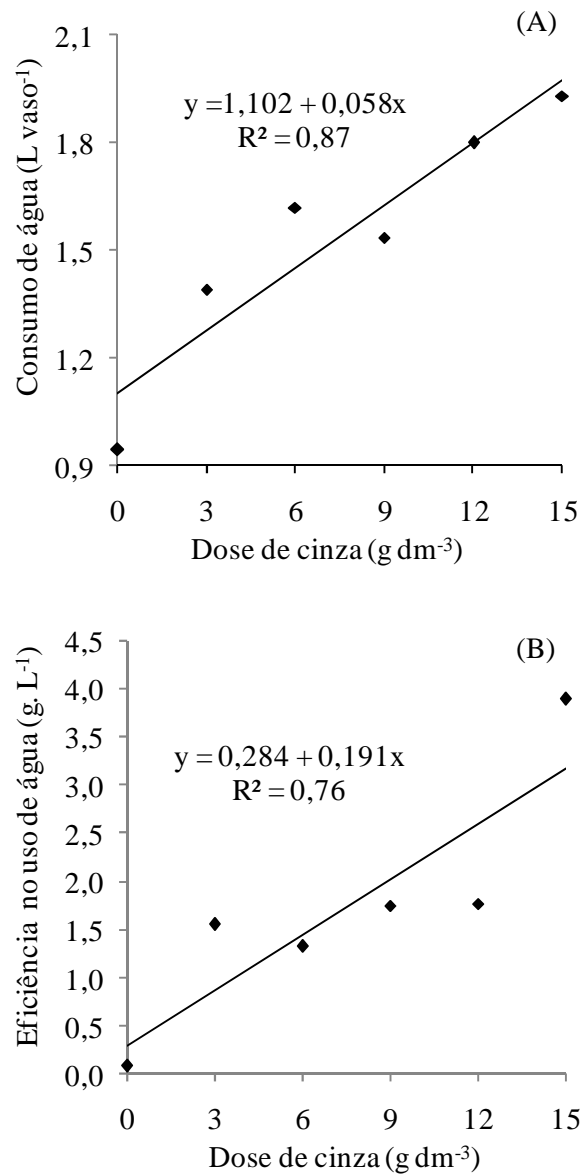


FIGURA 4. Consumo de água (A) e eficiência no uso de água (B) por plantas de rúculas em função das doses de cinza em LATOSSOLO Vermelho do Cerrado.

A rúcula otimizou seu metabolismo com o aumento de nutrientes disponíveis, conseguindo produzir maior quantidade de massa seca com menor uso de água. A eficiência no uso de água do coentro é maior que o da rúcula, que pode atingir de 25 a 32 g L⁻¹ (ALBUQUERQUE FILHO et al. 2009) e do alface, que atinge entre 8 e 12 g L⁻¹ (ARAÚJO et al., 2010). A menor eficiência da rúcula cultivada em cinza, possivelmente, está relacionada ao desbalanço nutricional desse resíduo sólido, que disponibilizou fósforo, potássio e cálcio, mas possuía baixos teores de micronutrientes. Por outro lado, a eficiência no uso de água da rúcula foi semelhante a eficiência de gramíneas tropicais forrageiras em seu primeiro crescimento, que atinge 3,5 g L⁻¹ (BONFIM-SILVA et al., 2007).

CONCLUSÕES

A cinza propicia aumento na produção e melhora a eficiência no uso da água em plantas de rúcula.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE FILHO, J.A.C.; LIMA, V.L.A.; MENEZES, D.; AZEVEDO, C.A.V.; DANTAS NETO, J.; SILVA JUNIOR, J.G. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.6, p.671–679, 2009.

ARAÚJO, W.F.; SOUZA, K.T.S.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; OLIVEIRA, G.A. Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 115-120, 2010.

BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A. ; SILVA, E. D.; ANDRADE, G. C.; MORO, L. Implicações ecológicas do uso de cinza de caldeira e resíduo de celulose em plantios de *Eucalyptus grandis*. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 1994. p. 167-187.

BLANCO, M.R.D.V.; ZAMBON, N. F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivos de solo na cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 1993.

BONFIM-SILVA, E.M.; MONTEIRO, F.A.; SILVA, T.J.A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.2, p. 309-317, 2007.

CAVALLARO JUNIOR, 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. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.347-356, 2009.

DAROLT, M. R.; BLANCO NETO, V.; ZAMBON, F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 11, n.1, p. 38-40, 1993.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

KHANNA, P. K.; RAISON, R. J.; FALKINER, R. A. Chemical properties of ash derived from *Eucalyptus* litter and its effects on forest soils. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 66, p.107-125, 1994.

LINHARES, P.C.F.; MARACAJÁ, P.B.; LIMA, G.K.L.; BEZERRA NETO, F.A.; LIBERALINO FILHO, J. Resposta da rúcula (*Eruca sativa* Mill.) folha larga a adubação verde com jitrana (*Ipomoea glabra* L.) incorporada. **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.2, p.72-77, 2008.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5ª ed. Rev. atual. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 292 p., 1989.

NAYLOR, L. M.; SCHMIDT, E. Paper mill wood ash as a fertilizer and liming material: Field trials. **Tappi Journal**, Atlanta, v. 72, n. 6, p.199-206, 1989.

OSAKI, F. M.R. DAROLT. 1991. Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba, **Revista Setor Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 11, n. 1, p. 197-205, 1991.

PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. M.; PEREIRA, L.; CINTRA, A. C. O; NATALE, W. Cinza da indústria de cerâmica na produção de mudas de goiabeira: Efeito no crescimento e na produção de matéria seca. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 78, n. 1, p. 25-35, 2003.

TOMKINS, I.B.; KELLAS, J.D.; TOLHURST, K.G.; OSWIN, D.A. Effects of fire intensity on soil chemistry in a eucalypt forest. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.29, p. 25-47, 1991.

VINCENT, J.M. **A manual for the practical study of root nodules bacteria**. Oxford: Blackwell Scientific, 1970. 164p.