

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO FEIJOEIRO SUBMETIDO A DOSES DE CONDICIONANTES DE SOLO

Ramon Correia de Vasconcelos¹
Flávia Meinicke Nascimento¹
Rita de Cássia Santos Nunes¹
Luã Gabriel Santos Barreto¹
Jaqueline Alves Rocha¹
Manoel Nelson de Castro Filho²

RESUMO: A adubação orgânica e os condicionantes de solo melhoram as condições físico-químicas do solo, tornando o uso dos nutrientes mais eficientes, contribuindo para o aumento da produtividade das culturas. Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito de diferentes doses e condicionantes nos componentes de produção de plantas de feijão. O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, sendo quatro doses (0, 400, 800 e 1.200 kg ha⁻¹) e três produtos Ribumin®, Orgamax®, e uma mistura contendo 40 % de carvão, 30 % de esterco curtido, 20 % de calcário e 10 % de FTE. Foram analisadas as seguintes variáveis: altura da planta; diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, número de vagens, total de sementes por planta, número de sementes/vagem e peso de 100 sementes. O Ribumin® mostrou ser o melhor condicionante de solo, na dose de 680 kg.ha⁻¹ e a mistura o pior.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, componentes de produção, fertilidade do solo.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF THE BEAN TREE SUBMITTED TO DOSES OF SOIL CONDITIONERS

ABSTRACT: Organic fertilization and soil conditioners improve the physicochemical conditions of the soil, making the use of nutrients more efficient, contributing to the increase in crop productivity. The objective of this work was to verify the effect of different doses and conditioners on the production components of bean plants. The experimental design was made of completely randomized blocks, with four doses (0, 400, 800 and 1,200 kg ha⁻¹) and three products Ribumin®, Orgamax®, and a mixture containing 40% charcoal, 30% tanned manure, 20 % limestone and 10% FTE. Ribumin® proved to be the best soil conditioner at a dose of 680 kg.ha⁻¹ and the mixture the worst.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, production components, soil fertility

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Estrada do Bem-Querere, km 04, s/n, Caixa Postal 95, CEP:45083-900, Bairro Universitários, Vitória da Conquista – BA, * Autora para correspondência: flavia10meinicke@gmail.com;ramonagm@uesb.edu.br;rita.nunes@uesb.edu.br;luangsb@gmail.com; jaquelinealvesr17@gmail.com;

² Doutorando em Agronomia; Universidade Federal de Viçosa – UFV, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, CEP: 36570-900, Campus Universitário, Viçosa – MG; manoel.nelson@ufv.br

INTRODUÇÃO

O biocarvão é produzido pelo aquecimento da madeira em fornos com acesso limitado de ar, num processo conhecido como carbonização ou pirólise. Tem sido utilizado para aumentar a fertilidade e melhorar a retenção de água no solo, inativar moléculas de pesticidas (biorremediação) e diminuir a emissão de gases do efeito estufa (REN et al., 2016).

Quando aplicado ao solo, o biocarvão pode proporcionar aumento do pH, CTC e carbono orgânico (CHAN et al., 2007; RONDON et al., 2007); aumento na fixação biológica de nitrogênio e na disponibilidade de boro, molibdênio, cálcio, potássio e fósforo (RONDON et al., 2007; KOOKANA et al., 2011); aumento na adsorção de herbicidas na superfície do biocarvão, diminuindo as perdas por lixiviação (SPOKAS et al., 2009); alteração na abundância e funcionamento de fungos micorrízicos, principalmente pela alteração das propriedades físicas e químicas (WARNOCK et al., 2007); provimento de refúgio para a microbiota nos microporos do biocarvão (WARNOCK et al., 2007; THIES e RILLIG, 2009); aumento na disponibilidade de nutrientes pela alteração da biota do solo (LEHMANN et al., 2011); e melhoria na estrutura do solo e disponibilidade de água (DOWNIE et al., 2009).

Segundo Teixeira et al. (2015), a expectativa quanto ao desenvolvimento desta tecnologia é que ela poderá contribuir no aumento da produtividade, aumento da eficiência do uso de fertilizantes e da retenção de água no solo, contribuir na solução para situações de acúmulo de resíduos orgânicos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas pela redução das emissões de gases de efeito estufa, sequestro de C no solo e aumento da disponibilidade de água para as plantas em solos agrícolas.

A utilização de esterco bovino é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, em áreas de agricultura familiar na região semi-árida e agreste do Nordeste do Brasil (MENEZES e SALCEDO, 2007). Ele atua como poderoso agente beneficiador do solo, capaz de melhorar suas características físicas e químicas, por meio da redução da densidade aparente, melhorando a permeabilidade, infiltração e retenção de água, minimizando o fendilhamento de solos argilosos e a variação de temperatura dos solos, proporcionando acúmulo de nitrogênio orgânico, auxiliando no aumento do seu potencial de mineralização e disponibilidade de nutriente para as plantas, reduzindo o uso de fertilizantes (TEJADA et al., 2008).

O esterco bovino é fonte de matéria orgânica, e geralmente está disponível nas pequenas propriedades onde a criação de animais complementa a renda familiar. Segundo Fonseca et al. (2016), a adubação orgânica pode ser um excelente condicionador de solo, e pode promover melhores condições ao desenvolvimento das culturas, por influenciar as características químicas, físicas e biológicas do solo. Além de ser fonte de nutrientes, apresenta cargas de superfície que contribuem para o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo e, devido a sua alta reatividade, regula a disponibilidade de vários nutrientes, em especial os micronutrientes, bem como a atividade de elementos potencialmente fitotóxicos como Al^{+3} e Mn^{+2} , em solos ácidos, e com presença de metais pesados (ZANDONADI et al., 2014).

A calagem é definida como a prática de manejo que corresponde à utilização de calcário ou produtos equivalentes que atuam como agentes corretivos da acidez do solo e como fonte de cálcio e magnésio para as plantas, com a finalidade de proporcionar um ambiente de crescimento radicular adequado, diminuindo a atividade no solo de elementos potencialmente tóxicos (alumínio, manganês, ferro) e/ou favorecendo a disponibilidade de nutrientes (FORNASIERI FILHO, 2007).

A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Nos solos ácidos existem problemas de deficiência e/ou toxidez nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos

microrganismos. Os solos de cerrado, com essas características, apresentam baixa produtividade em estado natural (SILVEIRA et al., 2000). Para incorporação desses solos ao processo produtivo é indispensável o uso adequado de corretivos, como calcário e adubação.

A legislação brasileira de fertilizantes define as fontes de micronutrientes que podem ser utilizadas na agricultura, com suas respectivas garantias mínimas (BRASIL, 1982). Dentre essas fontes, algumas são solúveis em água, como os sulfatos, cloretos e quelatos, enquanto outras são insolúveis em água, mas aproveitáveis pelas plantas quando aplicadas no solo: é o caso dos óxidos e fritas, dentre outros. O termo fritas, de acordo com Malavolta (1981), vem do inglês "frited trace elements" (elementos traços fritos), sendo também conhecidas como FTE. Em sua produção, os micronutrientes, juntamente com sílica, são fundidos a 1.300 °C; ao sair do forno, o produto é resfriado rapidamente, gerando cristais borossilicatados, que, em seguida, são moídos finamente.

Por sua solubilidade liberam gradualmente os micronutrientes no solo de modo semelhante ao de alguns óxidos, sais e fosfatos, o que representa vantagem, porque reduz o perigo de toxidez (MALAVOLTA, 1986). Segundo Mortvedt (2001), são produtos mais apropriados para programas de manutenção do que para correção de deficiências severas e apresentam maior eficiência em solos arenosos, em regiões com maior índice pluviométrico.

Segundo Lopes (1999), as "fritas" são produtos vítreos cuja solubilidade é controlada pelo tamanho das partículas e por variações na composição da matriz. Por serem insolúveis em água, as "fritas" são mais eficientes se aplicadas na forma de pó fino, a longo com incorporação, em solos mais arenosos e sujeitos a altos índices pluviométricos e altas taxas de lixiviação. O modo de aplicação do adubo contendo micronutrientes, visando-se ter uma eficiência agrônômica desejável é também de grande importância. Com a aplicação via solo busca-se aumentar a concentração na solução do solo, que é de onde as raízes os absorvem. Na confecção de produtos para aplicação via solo, normalmente são utilizadas fontes solúveis e insolúveis. Porém as fontes insolúveis em água devem ser bem misturadas ao solo, para que sua eficiência seja exercida. As fontes solúveis são mais eficientes se localizadas, diminuindo a interação com o solo.

O objetivo deste trabalho foi verificar se as diferentes doses e condicionantes interferem nos componentes de produção de plantas de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, campus de Vitória da Conquista, BA, localizado entre as coordenadas 14°50'19", de Latitude Sul e 40°50'19", de Longitude Oeste, com altitude média de 928 m. O clima da região é caracterizado como tropical de altitude (Cwb), conforme classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 733,9 mm, concentrada nos meses de novembro a março. A temperatura média anual é de 20,2 °C, com as médias máxima e mínima variando entre 26,4 e 16,1 °C, respectivamente. Para o cultivo do feijão nos vasos, foi utilizado solo retirado da camada superficial de 0-20 cm, previamente preparado com calagem, utilizando-se 1,8 t ha⁻¹ de calcário, para elevar a saturação por bases a 60%. Foram semeadas quatro sementes por vaso e aos seis dias após a emergência foi realizado o desbaste, deixando apenas duas plantas. Na data da semeadura, foi realizada adubação que constou de uma aplicação no solo de NPK, nas doses de 20 kg ha⁻¹ de N (ureia), 425 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (P₂O₅) e 58,33 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (K₂O). A adubação de cobertura constou da aplicação de N (uréia) na dose de 80,0 kg ha⁻¹, quando as plantas apresentavam de 3 a 5 trifólios. As plantas cultivadas nos vasos foram irrigadas de acordo com o método da capacidade de campo em vaso.

Durante o ciclo da cultura, foram tomadas medidas de controle fitossanitário, com a finalidade de evitar que pragas e doenças interferissem nos resultados.

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, sendo quatro doses (0,400,800,1200 kg ha⁻¹) e três produtos Ribumin®, Orgamax®, e uma mistura contendo (40 % de carvão, 30% de esterco curtido, 20% de calcário e 10% de fritas), que foram aplicados no momento do plantio. Foram utilizadas três repetições.

Por ocasião do florescimento foram analisadas as seguintes variáveis: altura da planta; diâmetro do caule, comprimento da folha e largura da folha. Ao final do ciclo foram analisados o número de vagens, total de sementes por planta, número de sementes/vagem e peso de 100 sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela tabela 1, pode-se observar que para os condicionantes houve diferença significativa pelo teste F a 10 % para as variáveis ALP, DC, CF e NSV e a 5 % de probabilidade para TSP, as demais variáveis não diferiram entre si pelo teste F. Com relação as doses, foi observado efeito significativo a 5 % apenas para a variável NSV, sendo que as demais não diferiram entre si. Para a interação condicionantes x doses houve efeito significativo a 10 % para TSP e a 1 % para NSV.

TABELA 1 - Quadro de análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALP), diâmetro do caule (DC), comprimento da Folha (CF), largura da folha (LF), número de vagens (NV), total de sementes por planta (TSP), número de sementes por vagens (NSV), peso de 100 sementes (P100).UESB, Vitória da Conquista – BA, 2021.

FV	GL	Quadrados médios							
		ALP	DC	CF	LF	NV	TSP	NSV	P100
Condicionantes (C)	2	27,84*	0,861*	0,51*	0,78 ^{NS}	6,03 ^{NS}	386,81**	1,93*	20,15 ^{NS}
Dose (D)	3	0,75 ^{NS}	0,322 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,80 ^{NS}	142,71 ^{NS}	2,91**	13,40 ^{NS}
C x D	6	19,56 ^{NS}	0,398 ^{NS}	0,98 ^{NS}	0,42 ^{NS}	5,21 ^{NS}	252,53*	3,21***	11,53 ^{NS}
Resíduo	24	10,30	0,333	1,05	0,38	4,57	110,09	0,69	13,04
CV (%)		10,85	8,64	16,57	13,11	36,56	40,02	18,78	13,68

*, **, *** Significativo a 10, 5 e 1 %, respectivamente pelo teste F.

Pela tabela 2, pode-se observar que as variáveis ALP, DC e CF, apresentaram diferenças significativas pelo teste F a 10 % de probabilidade, mostrando uma tendência de que o Ribumin® seja melhor que os demais para as variáveis citadas.

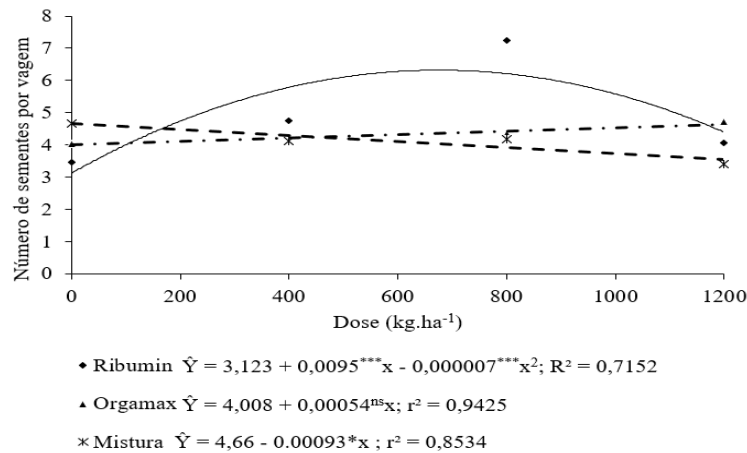
TABELA 2 - Valores médios da altura de plantas (ALP), diâmetro do caule (DC), comprimento da Folha (CF). UESB, Vitória da Conquista – BA, 2021.

Condicionantes	ALP(cm)	DC (mm)	CF (cm)
Ribumin	30,67	6,88	6,4
Orgamax	30,23	6,79	6,0
Mistura	27,85	6,38	6,2

Significativo a 10% respectivamente pelo teste F.

Para a variável NSV (Figura 1), quando aplicado o Ribumin®, observa-se um ajuste quadrático, com crescimento até o ponto de máximo na dose de 678,57 kg.ha⁻¹, correspondente a um total de 6,35 sementes por vagem. Para o Orgamax®, apesar de não se obter efeito

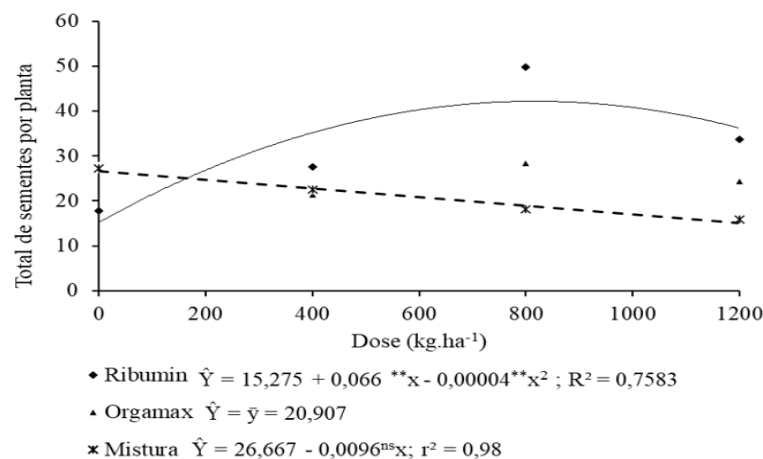
significativo para os parâmetros da equação, observou-se tendência linear de crescimento, com r^2 de 0,94 %. O incremento no número de sementes por vagem foi de 16 % se comparado a menor dose com a maior dose aplicada. Com a aplicação da mistura foi obtido ajuste linear decrescente, apresentando uma redução de 24 % do NSV.



***, **Significativo, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pela Análise de Variância da Regressão.
^{ns} Não significativo.

FIGURA 1. Estimativa do número de sementes por vagem planta submetidos a diferentes doses de condicionantes de solo. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2021.

Quando analisado o número total de sementes por planta (TSP) em função das doses de cada um dos condicionantes de solo, foi observado ajuste significativo apenas quando aplicado Ribumin® (Figura 2). Para esse condicionante, houve ajuste quadrático crescente com ponto de máximo ocorrendo na dose de 825 $kg.ha^{-1}$, correspondente a um total de 42,5 sementes por planta. Para o Orgamax® não foi encontrado modelo significativo que se ajustasse aos dados, tendo valor médio de 20,907 sementes por planta. Para a mistura, apesar de não obter significância para os parâmetros da equação, pela análise de variância da regressão observou-se tendência de decréscimo linear no número total de sementes por planta em função das doses; este decréscimo foi de 43 %.



***, **Significativo, a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pela Análise de Variância da Regressão.
^{ns} Não significativo.

FIGURA 2. Estimativa do número total de sementes por planta submetidos a diferentes doses de condicionantes de solo. UESB, Vitória da Conquista – BA, 2021.

Silva et al. (2016), estudando as características agronômicas de cultivares de milho verde submetidas a doses de Ribumin®, verificou que o híbrido em estudo tornou-se mais produtivo que a variedade quando submetido às doses de 800 e 1200 kg ha⁻¹ de Ribumin®, entretanto, menos produtivo quando cultivado sem adubação.

Sales Júnior et al. (2005), estudando aspectos quantitativos e qualitativos de melão cultivado sob doses de fertilizantes orgânicos, observaram que apesar de não ter sido constatada diferença estatística significativa entre as médias de produtividade, para os tratamentos onde se adicionou fertilizante orgânico, observou-se que os tratamentos nos quais foram utilizados o fertilizante Ribumin® apresentaram os menores custos de produção.

Bahia et al. (2014), estudando características agronômicas do pimentão adubado com diferentes doses de Ribumin®, notaram que a aplicação de Ribumin® proporcionou incrementos de matéria seca, de altura, no diâmetro do caule e no número de folhas na planta do pimentão, no entanto a utilização do Ribumin® como alternativa orgânica para fertilização na cultura do pimentão ainda carece de estudos para comprovar sua eficiência em suprir as demandas nutricionais desta cultura.

Araújo et al. (2007) em estudo com produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante, observaram que a melhor produtividade foi obtida com associação da adubação orgânica via solo e aplicação de biofertilizante via foliar.

Sedyama et al. (2014), trabalhando com nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno, concluíram que a aplicação do biofertilizante de suíno via solo permite melhorar o estado nutricional e produtivo das cultivares de pimentão colorido, em sistema de cultivo orgânico a campo, com reflexos positivos nos teores foliares de nutrientes e nas produtividades comercial, precoce e de frutos extras.

Rodrigues et al. (2017), estudando ácido húmico na germinação e vigor de sementes de milho, constataram que as sementes tratadas com esta substância, promove maior crescimento das plântulas e aumento da massa seca da parte aérea do milho, além de ter influência positiva no índice de velocidade de emergência.

CONCLUSÕES

O Ribumin® mostrou ser o melhor condicionante, na dose de 800 kg.ha⁻¹ para as variáveis estudadas e a mistura o pior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, E. E. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p.466–470, 2007.
- BAHIA, B. L.; SANTOS, J. L. D.; SANTOS NETO, C.; SILVA, R. A.; SANTOS, L. G. Características agronômicas do pimentão adubado com diferentes doses de Ribumin®. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 769-776. 2014.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes e biofertilizantes destinados à agricultura - Legislação e Fiscalização**. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Divisão de Corretivos e Fertilizantes, 1982. 88p.
- CHAN, K. Y. et al. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. **Australian Journal of Soil Research**, Canberra, v. 45, p. 629-634, 2007. CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/luang/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrazZ-Z7oZlevantamento.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2021.
- DOWNIE, A. et al. Physical Properties of Biochar. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management: science and Technology**. London: Earthscan, 2009. p. 13-32.
- FONSECA, V. A.; BRITO, C. F. B.; BEBÉ, F. V., ARANTES, A. M.; SANTOS, L. G. Feijão-caupi irrigado com água salina e adubado com esterco bovino. **Engenharia na Agricultura**, v.24, n.5, p. 427-438, 2016.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.
- KOOKANA, R. S. et al. Biochar application to soil: agronomic and environment benefits and unintended consequences. *Advances in Agronomy*, **Madison**, n. 112, p. 103-143, 2011.
- LEHMANN, J. et al. Biochar effects on soil biota – A review. **Soil Biology & Biochemistry**, London, v. 43, p. 1812-1836, 2011.
- LOPES, A. S.; **Micronutrientes - Filosofias de aplicação e eficiência agrônômica**. São Paulo, SP: ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. 1999. 64p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 596p.
- MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação**. Nutriplant Indústria e Comércio Ltda. 1986. Paulínia – SP, 1986.
- MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.361-367, 2007.

MORTVEDT, J. J. Tecnologia e Produção de Fertilizantes com Micronutrientes. Presença de Elementos tóxicos. In: **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. CNPq/FAPESP/POTAFOS. Jaboticabal, 2001

REN, X.; ZHANG, P.; ZHAO, L.; SUN, H. Sorption and degradation of carbaryl in soils amended with biochars: influence of biochar type and content. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 3, p. 2724–2734, 2016.

RODRIGUES, L. A.; ALVES, C. Z.; REGO, C. H. Q.; SILVA, T. R. B.; SILVA, J. B. Humic acid on germination and vigor of corn seeds. **Revista Caatinga**, v. 30, n.1, p. 149 - 154, 2017.

RONDON, M. A. et al. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. **Biology Fertility Soils**, Amsterdam, v. 43, p. 699-708, 2007.

SALES JÚNIOR, R.; ITO, S. C. S.; ROCHA, J. M. M.; SALVIANO, A. M.; AMARO FILHO, J. e NUNES, G. H. S. Aspectos quantitativos e qualitativos de melão cultivado sob doses de fertilizantes orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 718-721, 2005.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.294-299, 2009.

SILVA, R. A.; SOUZA, U. O.; SANTOS, L. G.; MELO, N. C.; VASCONCELOS, R. C. Características agrônômicas de cultivares de milho verde submetidas a doses de Ribumin®, **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.395 - 403, 2016.

SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C.; CUNHA, A. A. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2057-2064, out. 2000.

SPOKAS, K. A. et al. Impacts of woodchip biochar additions on greenhouse gas production and sorption/degradation of two herbicides in a Minnesota soil. **Chemosphere**, Amsterdam, v. 77, p. 574-658, 2009.

TEIXEIRA, W.; MAIA, C.; CARVALHO, M.; REZENDE, F. **Potencialidades do uso do biocarvão como condicionador de solo no Brasil**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2015. 4p.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M.; PARRADO, J. Effects of different green manure on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, v.99, p.1758-1767, 2008.

THIES, J. E.; RILLIG, M. C. Characteristics of Biochar: biological Properties. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Ed.). **Biochar for environmental management: science and Technology**. London: Earthscan, 2009. p. 85-106.

WARNOCK, D. D. et al. Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 300, p. 9-20, 2007.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.14-20, 2014.