

Resposta do Crambe e teores de nutrientes no solo após aplicação de Tortas de Oleaginosas em um Planossolo Háplico⁽¹⁾

Danielle Perez Palermo⁽²⁾; Fabiano Barbosa de Souza Prates⁽³⁾; Leonardo de Andrade Martins Coelho⁽²⁾; Laiz de Oliveira Silva⁽²⁾; Glaucio Genuncio da Cruz⁽⁴⁾; Everaldo Zonta⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e PETROBRAS.

⁽²⁾ Estudante de graduação; Universidade Federal RURAL do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia - Departamento de Solos, BR 465 - km 7 23890-000 Seropédica - RJ., dani-perez@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Doutorado do Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo/CPGA-CS; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Seropédica, RJ; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

RESUMO: A cultura do crambe (*Crambe abyssinica*) é uma nova opção de matéria prima como fonte alternativa na produção do biodiesel. O uso de co-produtos da cadeia produtiva do biodiesel para a produção de óleo vegetal, como as tortas de oleaginosas como fertilizante, por exemplo, faz com que a mesma atinja a sustentabilidade dessa cadeia. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de desenvolvimento do crambe os teores disponíveis de nutrientes no solo em função da adubação com diferentes tortas de oleaginosas. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos no Instituto de Agronomia da UFRRJ em Seropédica - RJ. O solo utilizado foi retirado de um Planossolo Háplico na cidade de Seropédica/RJ. Os tratamentos, em esquema fatorial, 3 x 2 + 1, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, corresponderam a 3 tipos de tortas de oleaginosas (torta de pinhão manso, torta de mamona e torta de girassol) e uma de adubo mineral (ureia) em duas condições de solo, sendo um solo natural e outro incubado para elevação do pH a 6,5. Após a secagem das amostras, foi obtido a massa seca e após a coleta das plantas, foram retiradas amostras de solo de cada vaso para análise de rotina. O uso de tortas de oleaginosas como fonte de adubação traz benefícios ao solo e a cultura do crambe. A incubação do solo associada à aplicação de tortas de oleaginosas aumenta os teores de nutrientes no solo em comparação ao solo não incubado.

Termos de indexação: Resíduos na agricultura, Biodiesel, *Crambe abyssinica*.

INTRODUÇÃO

Cada dia mais se tem buscado novas alternativas quanto ao uso de combustíveis. Nota-se um grande empenho no país de substituir combustíveis fósseis por fontes alternativas de combustível. No Brasil, em 2010 a produção de biodiesel alcançou os 212.719 m³ segundo o anuário estatístico Agroenergético do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (Brasil, 2011). Grande parte desse volume tem

como matéria prima a soja (*Glycine max*), cerca de 83% da produção total de biodiesel vem dessa oleaginosa. As demais oleaginosas que apresentam potencial como matéria prima não chegam a 1,5% da produção de biodiesel no Brasil (Brasil, 2011). Esses dados mostram a grande dependência pela soja que o País ainda tem em relação à matriz agroenergética do biodiesel brasileiro.

Segundo o Anuário Estatístico Agroenergético do MAPA (Brasil, 2011), as culturas oleaginosas que contribuíram para a produção de biodiesel no Brasil no ano de 2010 foram a mamona, o girassol, a palma, o amendoim, o algodão e a soja. A busca por novas oleaginosas como alternativas para produção de biodiesel se faz necessária para tornar a matriz bioenergética menos dependente de poucas matérias primas.

A cultura do crambe (*Crambe abyssinica*) é uma nova opção de matéria prima como fonte alternativa na produção do biodiesel. Esta oleaginosa pertence à família *Brassicaceae* que, segundo PITOL et al., (2010) é adaptada ao clima tropical e subtropical, apresenta teores de óleo entre 30 e 45%, e além de destacar-se por ser uma fonte rápida, devido ao curto ciclo, de matéria-prima para produção de biodiesel.

No Brasil, a implantação da cultura tem se realizado principalmente na região Centro Oeste, onde é utilizada como safrinha, nos sistemas de plantio direto (Heinz et al., 2011; Pitol et al., 2010).

O uso de co-produtos da cadeia produtiva do biodiesel, como as tortas de oleaginosas como fertilizante, por exemplo, faz com que se possa atingir a sustentabilidade dessa cadeia (Abdalla et al., 2008). De acordo com Azevedo e Lima (2001), a cada tonelada de óleo extraído são gerados cerca de 1,2 toneladas de torta; que corresponde a aproximadamente 50% do peso das sementes, valor este que pode variar de acordo com o teor de óleo da semente e do processo industrial de extração do óleo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de desenvolvimento do crambe e os teores disponíveis de nutrientes no

solo em função da adubação com diferentes tortas de oleaginosas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos no Instituto de Agronomia da UFRRJ em Seropédica - RJ. O solo utilizado foi retirado de um Planossolo Háplico na cidade de Seropédica/RJ, utilizando-se como planta indicadora o crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst).

Os tratamentos, em esquema fatorial, 3 x 2 + 1, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, corresponderam a 3 tipos de tortas de oleaginosas (torta de pinhão manso, torta de mamona e torta de girassol) e uma de adubo mineral (ureia) em duas condições de solo, sendo um solo natural e outro incubado para elevação do pH a 6,5 de acordo com metodologia proposta por Stafanato (2009).

Ao experimento também foi adicionado um controle absoluto (sem aplicação de adubo). Os tratamentos foram aplicados na forma de adubação de plantio, em dose única de 8 t ha⁻¹.

Na tabela 1 são apresentados as características químicas das tortas de oleaginosas utilizadas no experimento.

Tabela 1. Caracterização química de tortas de oleaginosas

Tortas	P	K	N	Mg	Ca
g/kg.....				
Torta Girassol	5,6	16,28	40,13	5,77	5,21
Torta Mamona	5,4	12,52	55,54	3,98	8,69
Torta Pinhão manso	6,5	14,89	29,96	6,35	9,01

Tortas	Cu	Fe	Mn	Co	Zn
mg/kg.....				
Torta Girassol	30,7	105,2	37,2	0,0	136,8
Torta Mamona	31,7	1845,5	101,5	0,6	177,3
Torta Pinhão manso	17,9	101,0	138,3	0,0	37,5

O solo, depois de coletado, foi seco ao ar, peneirado em malha de 4 mm, e caracterizado química e fisicamente de acordo com Embrapa (1997). As sementes de crambe utilizadas foram da cultivar FMS Brilhante da Fundação MS. Em cada vaso, com capacidade de 5 litros, foram semeadas dez sementes e após serem desbastadas, duas plantas permaneceram no vaso.

Após 60 dias de plantio, as plantas foram coletadas, depois de lavadas com água destilada

foram colocadas em sacos de papel à 65°C na estufa por 72 horas. Após a secagem das amostras, as mesmas foram pesadas, para obtenção de massa seca.

Logo após a coleta das plantas, foram retiradas amostras de solo de cada vaso para análise de rotina de acordo com metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$). Foi usado o "software" SAEG (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os resultados de análises de rotina do solo feitas após a coleta das plantas em função da aplicação de diferentes tortas de oleaginosas. Observa-se que os valores encontrados no solo onde foram aplicados as tortas de pinhão manso, girassol e mamona, foram superiores aos resultados nos tratamentos referentes à aplicação de ureia e o controle.

Para o peso seco da parte aérea do crambe, observa-se também que as tortas apresentaram maiores valores absolutos (tabela 2), mesmo não diferindo estatisticamente ao tratamento ureia, e sendo todos superiores estatisticamente ao controle.

Os resultados apresentados demonstram que o uso das tortas como fonte de adubação pode ser viável, uma vez que são fontes ricas de nutrientes essenciais às culturas (Anjos et al., 2008).

A tabela 3 apresenta os resultados em relação aos teores disponíveis de nutrientes no solo após a coleta das plantas em função da aplicação dos tratamentos em solo incubado e não incubado e o peso seco da parte aérea do crambe. Houve interação entre os resultados nas variáveis analisadas.

Observa-se que o sódio não apresentou teores significativos em nenhuma das tortas utilizadas ou nas diferentes variáveis de solo, incubado ou não incubado.

Em relação ao cálcio não houve diferença estatística entre as tortas, mas apenas entre solos incubados e não incubados, o que é plausível já que foi aplicado calcário para a correção desse solo.

Tabela 2. Comparação dos resultados da análise de rotina do solo e peso seco da parte aérea (PesoPA) entre as adubações das tortas de pinhão manso (TPM), girassol (TGir) e mamona (TMam) com a adubação da ureia e com o controle absoluto (controle) na cultura do crambe.

Variáveis	Tratamentos				
	TPM	TGir	TMam	Ureia	Controle
Na ^{ns} (cmolc dm ⁻³)	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03
Ca (cmolc dm ⁻³)	1,50 A	1,50 A	1,53 A	1,46 A	1,48 A
Mg (cmolc dm ⁻³)	1,46 A	1,23 B	1,21 B	1,05 C	1,10 C
K (cmolc dm ⁻³)	0,10 A	0,08 B	0,07 C	0,05 C	0,06 C
H+Al (cmolc dm ⁻³)	1,71 A	1,96 A	1,94 A	1,96 A	1,54 A
Al ^{ns} (cmolc dm ⁻³)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S (cmolc dm ⁻³)	3,10 A	2,84 A	2,85 A	2,61 B	2,67 B
T (cmolc dm ⁻³)	4,81 A	4,80 A	4,80 A	4,57 A	4,21 A
V (%)	65,85 A	59,69 A	59,92 A	57,58 B	63,85A
pH	5,89 A	5,96 A	5,66 A	5,75 A	6,28 A
P (mg dm ⁻³)	23,32 B	28,20 A	22,13 B	16,13 C	14,76 C
Peso PA	8,06 A	8,25 A	7,12 A	5,96 A	1,22 B

^{ns} Não significativo; PA: parte aérea

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para os teores de magnésio o solo incubado não houve diferença estatística entre as tortas, já no não incubado a torta de pinhão manso apresentou maiores teores de magnésio. O solo incubado obteve maiores teores.

Com relação ao potássio foram obtidos valores baixos, sem diferença estatística tanto entre variáveis de solo quanto entre tortas.

A acidez potencial foi maior no solo não incubado e não houve diferença estatística entre tortas.

Os teores de alumínio foram zero, tanto entre tortas, quanto entre os solos incubados e não incubados.

Para soma total das bases não houve diferenças entre as tortas, mas sim entre os solos incubados e não incubados, o solo incubado apresentou maior soma de bases.

Na CTC não houve diferença estatística entre as tortas, e entre as variáveis o solo não incubado obteve maior capacidade de troca catiônica, em função dos maiores valores da acidez potencial verificada no solo não incubado (Tabela 3).

Tabela 3. Valores da análise de rotina do solo e peso seco da parte aérea (PesoPA) em função da adubação das tortas de pinhão manso (TPM), girassol (TGir) e mamona (TMam) na cultura do crambe.

Variáveis	Incubação	Tortas			
		TPM	TGir	Tmam	Média
Na ^{ns} (cmolc dm ⁻³)	Incubado	0,0	0,0	0,0	-
	Não Incubado	0,0	0,0	0,0	-
Ca (cmolc dm ⁻³)	Incubado	1,8 Aa	1,8 Aa	1,8 Aa	-
	Não Incubado	1,2 Ab	1,2 Ab	1,3 Ab	-
Mg (cmolc dm ⁻³)	Incubado	1,4 Aa	1,4 Aa	1,4 Aa	-
	Não Incubado	1,6 Aa	1,1 Ba	1,1 Bb	-
K (cmolc dm ⁻³)	Incubado	0,1 Aa	0,1 Aa	0,1 Aa	-
	Não Incubado	0,1 Aa	0,1 Aa	0,1 Aa	-
H+Al (cmolc dm ⁻³)	Incubado	1,1 Ab	1,3 Ab	1,4 Ab	-
	Não Incubado	2,3 Aa	2,6 Aa	2,5 Aa	-
Al ^{ns} (cmolc dm ⁻³)	Incubado	0,0	0,0	0,0	-
	Não Incubado	0,0	0,0	0,0	-
S (cmolc dm ⁻³)	Incubado	3,3 Aa	3,3 Aa	3,2 Aa	-
	Não Incubado	2,9 Ab	2,4 Ab	2,5 Ab	-
T (cmolc dm ⁻³)	Incubado	4,4 Ab	4,6 Ab	4,6 Ab	-
	Não Incubado	5,2 Aa	5,0 Aa	5,0 Aa	-
V (%)	Incubado	75 A	71 A	70 A	72 a
	Não Incubado	56 A	48 A	50 A	51 b
pH	Incubado	6,1 Aa	6,1 Aa	6,0 Aa	-
	Não Incubado	5,7 Ab	5,9 Ab	5,3 Ab	-
P (mg dm ⁻³)	Incubado	24,7 Ba	28,2 Aa	22,3 Ba	-
	Não Incubado	21,9 Ba	28,2 Aa	22,0 Ba	-
PesoPA (g)	Incubado	7,6 Aa	6,4 Aa	10,2 Aa	-
	Não Incubado	8,5 Aa	10,1 Aa	4,1 Ab	-

^{ns} Não significativo

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na percentagem de saturação por bases não houve diferenças estatísticas entre as tortas tanto no solo incubado quanto o não incubado.

O pH também não teve variação significativa entre tortas, porém entre solo incubado e não incubado os solos não incubados apresentaram pH mais ácidos.

Para fósforo se obteve maiores teores na torta de girassol tanto no solo incubado quanto no não



incubado. Não houve diferença estatística entre as demais tortas nos dois diferentes solos.

O peso da parte aérea não apresentou diferença estatística entre as tortas, e entre as variáveis de solo, apenas para torta de mamona.

Em geral pode-se afirmar que as tortas apresentaram comportamento semelhante quanto aos teores de macronutrientes disponíveis no solo. As grandes diferenciações aconteceram entre os solos incubados e não incubados.

O solo no qual foi aplicado torta de girassol teve maiores teores de P.

Os solos em que foi aplicado torta de pinhão manso apresentaram maiores teores de Magnésio em solos não incubados. Já nos solos incubados não houve diferença significativa entre as tortas.

Portanto, nos solos incubados obtiveram-se maiores teores de nutrientes trocáveis, independentemente das tortas.

Para o peso seco da parte aérea do crambe, houve diferença estatística apenas entre a aplicação de torta de mamona em solo incubado e não incubado, sendo que o primeiro apresentou o maior valor do peso (Tabela 3).

Os resultados encontrados, novamente demonstram a importância do uso das tortas como fonte de adubação, e a correção do solo demonstrou que há um aumento na eficiência em termos de disponibilidade de nutrientes no solo.

Anjos et al., (2008) relatam sobre a importância do uso de tortas de oleaginosas como fonte de adubação e também como condicionadores do solo, propiciando melhores condições químicas e físicas do solo para o desenvolvimento das culturas. Lima et al., (2008) afirmam que a disposição in natura de tortas no solo, aumentam a solubilização de compostos orgânicos de baixo peso molecular, o que acarreta numa maior atividade, proporcionando maior mineralização e ciclagem dos nutrientes, o que aumenta a eficiência de absorção pelas plantas, diminuindo assim os custos de produção das culturas (Fravet et al. 2010).

CONCLUSÕES

O uso de tortas de oleaginosas como fonte de adubação traz benefícios ao solo e a cultura do crambe.

A aplicação de tortas de oleaginosas associada à incubação do solo aumenta os teores de nutrientes no solo em comparação ao solo não incubado.

AGRADECIMENTOS

A UFRRJ, ao CPGA-CS, Embrapa Solos, Embrapa Agroenergia, CNPq e Petrobrás pela infraestrutura que possibilitou à obtenção dos resultados.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. R. Bras. Zootec. vol. 37 no. spe Viçosa. July 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001300030>>. Acesso em: 29 ago. 2012. doi: 10.1590/s1516-35982008001300030.
- ANJOS, I.A.; ANDRADE, L.A.B.; GARCIA, J.C.; FIGUEIREDO, P.A.M.; CARVALHO, G.J. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.31, n.1, p.59-63, jan./fev. 2007.
- AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. O agronegócio da mamona do Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350p. il.
- BRASIL – Anuário Estatístico da Agroenergia. 2 ed. Ano 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia/index.html>. Acesso em: 27 ago. 2012.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1997. 212p.
- FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, Â. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. Ciênc. agrotec. [online]. 2010, vol.34, n.3, pp. 618-624. ISSN 1413-7054.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.21 n.5 (Número Especial), p.102-106, dezembro de 2008.
- PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. Tecnologia e Produção: Crambe. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.
- SAEG. SAEG: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.
- STAFANATO, J.B. Aplicação de misturas granuladas NK e NS em cultivar de arroz (*Oryza sativa*). 2009, 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo. Departamento de Agronomia. UFRRJ, Seropédica-RJ).



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC