

FERTILIDADE DO LATOSSOLO SOB IRRIGAÇÃO SALINA E TRATAMENTO ORGÂNICO DURANTE O PERÍODO SECO

Stella da Silva Prazeres, Denisvaldo Artur de Meireles, Mayara Germana dos Santos Gomes, Camilo Dantas Campos, Vânia da Silva Fraga

Departamento de Solos e Engenharia Rural/Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba/Areia – PB

Resumo: A presença excessiva de sais no solo tende a interferir na qualidade química dos perfis e esse agravante está principalmente em períodos de seca. A pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos das substâncias húmicas na fertilidade de um Latossolo Amarelo distrófico com irrigação salina. O experimento foi realizado durante dois ciclos de produção utilizando um esquema fatorial de 2 x 2 x 5 (duas salinidades das águas de irrigação A1 – CE 1,42 dS m⁻¹ e A2 – CE 4,32 dSm⁻¹; duas fontes orgânicas líquidas S1 – esterco bovino líquido fermentado; S2 – HUMITEC; cinco concentrações (C) de cada insumo orgânico – 0; 5; 10; 15 e 20% do biofertilizante concentrado). O solo foi amostrado em duas profundidades para análise de fertilidade do solo. Substâncias mais humificadas, provenientes do HUMITEC, melhoram a fertilidade do Latossolo Amarelo distrófico sob irrigação salina no período seco e a utilização de HUMITEC reduz a competição entre o Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ no Latossolo Amarelo distrófico. Com o uso do biofertilizante, houve uma maior liberação de fósforo e potássio na solução do solo.

Palavras- Chave: Salinidade; ácidos húmicos; Latossolo

INTRODUÇÃO

A fertilidade dos solos é reduzida pela ação dos sais em excesso em regiões com baixa precipitação, o que causa um desequilíbrio químico dos solos (Zaghloul et al., 2014; Almeida et al., 2016; Fink et al., 2016; Mendes et al., 2016).

A utilização de substâncias húmicas em solos com fertilidade reduzida auxilia no fornecimento de cargas negativas que podem bloquear os sítios de ativação dos óxidos e minerais de argila permitindo uma maior disponibilidade de nutrientes (Alamgir et al., 2012; Perassi & Borgnino 2014).

Rady et al., (2016) verificaram o efeito positivo das substâncias húmicas em aliviarem os efeitos depreciativos dos sais e aumentar a qualidade física e química dos solos. Uma vez presente nos solos, as substâncias húmicas têm a capacidade de se adsorverem aos óxidos e formarem ligações mais fracas com os íons fosfatos,

permitindo uma melhor disponibilidade desse elemento no complexo de troca (Canellas 2005; Jindo et al., 2016).

O objetivo da pesquisa foi avaliar efeito das substâncias húmicas, na fertilidade de um Latossolo Amarelo distrófico, cultivado com maracujazeiro, irrigado com água salina durante um período seco.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em condições de campo, de março de 2013 a maio de 2014, na propriedade Sítio Estrondo, localizada na zona rural de Nova Floresta – Paraíba, Brasil (Latitude: 6° 26' 40" S, Longitude: 36° 12' 04" W, Altitude = 669 m, com área de 59,6 km²). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico.

O desenho experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis plantas por tratamento, em esquema fatorial de 2 x 2 x 5 com duas salinidades na água de irrigação (A1 – salinidade mais baixa da água de poço artesiano e disponível em profundidade de 12 m com uma média de 1,42 dS m⁻¹; A2 – água salina usada para produção das culturas com média de 4,32 dS m⁻¹), duas fontes de insumos orgânicos líquidos (S1 – esterco bovino líquido fermentado ou biofertilizante e S2 - insumo orgânico comercial a base de substâncias húmicas - HUMITEC®), e cinco concentrações (0; 5; 10; 15; 20%, respectivamente) de cada insumo.

O biofertilizante foi preparado por fermentação anaeróbica, adicionando-se partes iguais de esterco fresco de vacas em lactação com água de condutividade 1,42 dS m⁻¹ (1:1), em recipiente fechado com saída de gás por 35 dias, seguindo recomendações de Santos, Akiba (1996). As concentrações foram geradas da mistura de BC_{100%} (100 L de BC) com água de menor salinidade (CEa=1,42 dS m⁻¹), preparadas em tanques com capacidade de 200 L, a seguir: 0% (apenas água com CE= 1,42 dS m⁻¹); 5% (10 L de BC_{100%}: 190 L de água, CE= 2,0 dS m⁻¹); 10% (20 L de BC_{100%}: 180 L de água, CE= 2,5 dS m⁻¹); 15% (30 L de BC_{100%}: 170 L de água, CE= 2,7 dS m⁻¹), e 20% (40 L de BC_{100%}: 160 L de água, CE= 3,0 dS m⁻¹).

O composto orgânico comercial à base de substâncias húmicas (HUMITEC) foi preparado de acordo com a condutividade elétrica (CE - dS m⁻¹) das concentrações de biofertilizante após misturar diferentes quantidades do composto orgânico comercial em 200 L de água de condutividade elétrica 1,42 dS m⁻¹, dessa forma cada dose teve uma CE similar às concentrações de BC_{100%} usadas para comparação.

Após as plantas serem estabelecidas, foram feitas podas de manutenção, polinização manual, controle de pragas e capinas mecânica. Ao final do primeiro ciclo de produção, Ciclo 2 (período seco, 2013) foram coletadas amostras de solo no mês de Abril utilizando um Trado de rosca nas profundidades de 0 – 20 e 21 – 40 cm para análise da fertilidade. Com o processo de preparo das amostras concluído, estas foram transferidas para o Laboratório de Matéria Orgânica e realizada a análise de fertilidade de acordo com o Manual de Métodos e Análise de Solo da EMPRAPA (1997).

Os dados foram analisados pelo ANOVA e os coeficientes de correlação foram determinados pela regressão polinomial usando o programa estatístico SAS (SAS Institute Inc. 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período seco (Ciclo 2), os tratamentos não foram suficientes para influenciar significativamente os teores de pH e, apenas a interação substâncias x concentrações exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) nas médias do fósforo na profundidade de 0 – 20 cm. No entanto, a interação água x substâncias x concentrações diferenciou as demais médias dos valores químicos ($p < 0,01$), na profundidade de 0-20 cm. Na profundidade de 21 – 40 cm, durante o período seco (Ciclo 2), as interações água x substância e substâncias x concentrações foram suficientes para diferenciar as médias do potássio e sódio e as médias do pH e percentagem de matéria orgânica do solo, respectivamente. A interação água x substância x concentrações exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) entre as médias do fósforo, cálcio, magnésio, acidez potencial e acidez trocável do solo.

Durante o período seco e irrigação com água de salinidade mais baixa (1,42 dS m^{-1}), verificou-se que em superfície, na ausência dos insumos orgânicos, e com a utilização da dose de 15% de biofertilizante, em profundidade, o pH apresentou a maior elevação. A acidez potencial do solo tratado com HUMITEC foi reduzida em superfície. A dose de 15% de biofertilizante aumentou a disponibilidade de fósforo no solo. A disponibilidade do potássio foi reduzida, em profundidade, com a presença do HUMITEC. A maior concentração de cálcio foi verificada nas amostras com tratamento HUMITEC, principalmente na profundidade de 21 – 40 cm. A disponibilidade de magnésio aumentou em profundidade quando se utilizou o biofertilizante bovino (**Tabela 1**).

Durante o período seco e com irrigação com água de alta salinidade (4,32 dS m^{-1}) verifica-se que as concentrações de HUMITEC elevaram o pH do solo na profundidade de 21 – 40 cm (**Tabela 2**). A acidez potencial do solo tratado com HUMITEC foi reduzida na profundidade de 0 – 20 cm, sob irrigação com água de baixa e alta salinidade (**Tabela 2**). A dose de 20% de biofertilizante, foi eficiente para aumentar a disponibilidade de fósforo no solo irrigado. A disponibilidade de potássio no solo foi reduzida com o tratamento HUMITEC, o qual intensificou o aumento de sódio no complexo de troca, principalmente quando avaliado na camada mais profunda do solo (**Tabelas 2**). Não foram observadas expressivas mudanças nos teores de magnésio (**Tabela 2**).

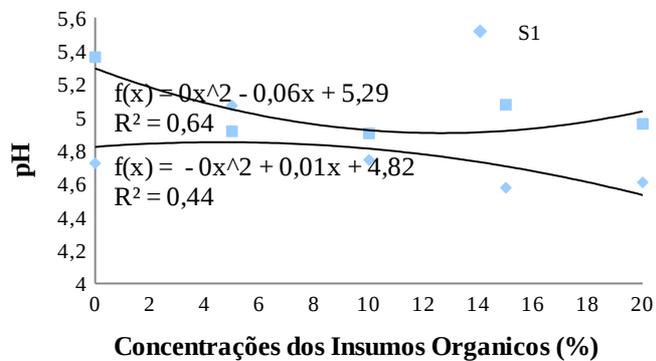


Figura 1: pH do Latossolo Amarelo distrófico na camada de 0 – 20 cm, durante o período seco (Ciclo 2) em função dos tratamentos orgânicos (Biofertilizante - S1 e HUMITEC - S2).

Figura 2: Teores de potássio e sódio na profundidade de 21 – 40 cm do solo em função da condutividade elétrica da água e do tratamento orgânico, durante o período seco (Ciclo 2).

Tabela 1: Teores médios dos elementos químicos e pH do Latossolo Amarelo distrófico, em duas profundidades (0-20 e 21- 40 cm), irrigado com água de salinidade mais baixa (1,42 dS m⁻¹) sob o tratamento com biofertilizante bovino (S1) e HUMITEC (S2), durante período seco (Ciclo 2).

		Ciclo 2																			
pH _(H2O)		P				K ⁺				Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		Al		H+Al		M.O.	
-----		-----mg kg ⁻¹				-----mg kg ⁻¹				-----		-----		-----cmol _c kg ⁻¹		-----		-----		-----%	
		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
S	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
1																					
1,42 dSm⁻¹																					
0 – 20 cm																					
0	4,9	5,8	422	344	165	211	0,7	1,2	1,0	0,5	1,5	3,2	0,2	0,0	3,6	2,2	13,	15,			
	3	6	,14	,10	,16	,81	7	5	8	7	4	4	5	0	7	7	2	9			
5	5,3	5,0	424	366	263	212	1,5	1,5	0,6	0,2	2,8	3,1	0,1	0,1	3,4	2,7	17,	15,			
	7	4	,00	,51	,13	,98	3	6	8	3	9	8	5	3	1	3	9	3			
10	4,9	4,9	306	359	257	313	1,4	0,6	0,4	0,7	1,9	3,0	0,0	0,0	3,8	3,6	16,	14,			
	5	3	,44	,72	,30	,28	5	6	3	2	1	7	3	3	6	7	1	6			
15	4,3	5,2	540	415	155	379	0,8	1,0	0,5	0,5	1,8	3,5	0,1	0,0	3,6	2,5	12,	15,			
	6	9	,07	,67	,83	,76	3	8	3	1	3	2	5	0	4	9	1	0			
20	4,4	4,8	450	455	341	260	0,7	1,5	0,3	0,3	3,1	2,7	0,1	0,0	3,2	3,2	12,	15,			
	1	3	,04	,06	,27	,80	0	8	2	0	2	2	0	4	5	6	1	6			
P/	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
L	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	6 ^{ns}	0**	1 ^{ns}	0**	9 ^{ns}	0**	0 ^{ns}	7 ^{ns}	0**	0**	0**	0**	5 ^{ns}	
P/	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q	2*	0**	3*	0 ^{ns}	1 ^{ns}	2*	0**	0**	0 ^{ns}	2**	0 ^{ns}	4 ^{ns}	0**	0**	2*	0**	0**	0**	0**	4*	
β₀	5,0	5,7	394	334	187	222	0,9	1,4	0,9	0,4	1,8	3,1	0,2	0,0	3,5	2,3	14	15,			
	7		,1	,5	,7		3	4	5	8	5	4	3								9
β₁	0,0	-	3,4	5,4	4,8	5,2	0,1	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,1	0,5	-			
	1	0,1	2	2		9	1	0,0	0,0	19	4	3	0,0	0,05	4	2					0,2
	0							9	3				2								
β₂	-	0,0	----	----	----	----	-	0,0	----	-	----	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	0,0	03					0,0	05	-	0,0	-	0,0	01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
	0						0		0				0	0	0	0	3				
r²/	0,6	0,6	0,1	0,8	0,2	0,3	0,7	0,3	0,7	0,1	0,2	0,1	0,6	0,0	0,4	0,4	0,6	0,9			
R²	8	3	1	6	5	4	1	6	9	3	2	4	6	9	3	1	0	3			
21-40 cm																					
0	5,5	5,7	325	278	188	125	0,9	1,8	1,5	1,7	1,4	2,0	0	0	5,6	5,0	15,	15,			
	3	6	,30	,10	,48	,50	2	0	2	5	9	0					3	9			
5	5,5	5,0	272	258	167	170	1,6	1,5	1,0	3,3	1,3	1,4	0	0	5,2	5,7	17,	16,			
	7	6	,20	,32	,49	,99	8	0	8	6	2	9					4	8			
10	5,1	5,3	359	136	163	115	0,9	1,3	2,0	1,2	1,8	1,2	0	0	5,4	6,7	18,	18,			
	8	2	,26	,17	,99	,01	5	8	9	0	3	4					5	5			
15	6,1	4,6	266	218	167	115	0,4	1,9	2,8	1,9	1,8	1,8	0	0,0	4,9	5,1	17,	17,			
	2	8	,46	,62	,49	,01	0	5	3	6	3	3		1			5	8			
20	5,2	5,1	425	108	156	279	1,3	1,6	3,4	1,6	1,6	1,4	0	0	5,3	5,8	17,	17,			
	7	6	,76	,53	,99	,46	5	7	8	3	6	9					6	2			
P/	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

L	9 ^{ns}	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	0**	ns	7 ^{ns}	2*	2**	0**	1*
P/	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Q	0**	0**	0**	1 ^{ns}	5 ^{ns}	0**	4*	0**	0**	1*	4 ^{ns}	0**	ns	5 ^{ns}	9 ^{ns}	0**	0**	0**
β_0	5,4	5,7	325	275	181	110	1,2	1,7	1,3	2,1	1,4	1,9	---	---	5,4	5,0	15,	15,
				,4	,8	2	2	2	3	7			--	--	6	8	4	7
β_1	0,2	-	-	-7,5	-	5,0	-	-	0,0	0,0	0,0	-	---	---	-	0,1	0,4	0,3
		0,1	10,		1,2	3	0,0	0,0	04	2	2	0,0	--	--	0,0	6	4	8
			9		5		4	3				8			1			
β_2	-	0,0	0,7	---	---	---	0,0	0,0	0,0	-	---	0,0	---	---	---	-	-	-
	0,0	04		-	-		01	0	05	0,0		03	--	--	---	0,0	0,0	0,0
	0									0						0	1	1
r²/	0,0	0,6	0,4	0,6	0,7	0,3	0,0	0,2	0,9	0,1	0,3	0,4	---	---	0,3	0,3	0,8	0,8
R²	2	4	6	4	1	2	43	2	2	6			--	--	6	1	7	6

Mesmo utilizando insumos de diferentes estágios de decomposição, a matéria orgânica do solo, não apresentou mudanças expressivas em nenhum tratamento avaliado no período seco. No entanto, o Biofertilizante bovino aumentou, em profundidade, o teor de matéria orgânica a cada incremento das concentrações tanto associadas à irrigação com água de salinidade mais baixa quanto à alta salinidade (**Tabela 1 e 2**).

O aumento da disponibilidade de Na^+ e redução do teor de K^+ nos tratamentos com HUMITEC, não significa dizer que o biofertilizante melhorou a fertilidade do solo devido a maior presença de potássio no complexo de troca, pois pode ter havido uma maior absorção de Na^+ nos tratamentos com biofertilizante e perda de potássio, principalmente por lixiviação devido ao período chuvoso. Resultados semelhantes também foram observados por Baghalian et al., (2008) ao verificarem que ácidos Fúlvicos apresentam maior capacidade de troca de cátions em solos com maior presença de óxidos de alumínio, como é o caso dos Latossolos, possibilitando o maior bloqueio de sítios de cargas positivas.

A maior presença de Na^+ , no complexo de troca, nos tratamentos com HUMITEC, pode indicar que as substâncias húmicas reduzem o efeito dispersivo do sódio no solo. O aumento do Ca^{2+} e Mg^{2+} juntamente com o aumento do Na^+ nos tratamentos com HUMITEC contradiz o efeito antagônico do Na^+ em relação a esses elementos, como citado por Asik et al., (2009) e Almeida et al., (2016).

CONCLUSÕES

Substâncias mais humificadas, provenientes do HUMITEC, melhoram a fertilidade do Latossolo Amarelo distrófico sob irrigação salina no período seco e a utilização de HUMITEC reduz a competição entre o Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} no Latossolo Amarelo distrófico.

Com o uso do biofertilizante, houve uma maior liberação de fósforo e potássio na solução do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alamgir, M. D., A. McNeill, C. Tang and P. Marschner (2012). "Changes in Soil P Pools During Legume Residue Decomposition." *Soil Biology and Biochemistry* **49**: 70-77.
- Almeida, A. M. M., V. F. F. Gomes, P. F. Mendes Filho, C. F. Lacerda and E. D. Freitas (2016). "Influence of Salinity on the Development of the Banana Colonised by Arbuscular Mycorrhizal Fungi." *Revista Ciência Agronômica* **47**(3): 421-428.
- Asik, B. B., M. A. Turan, H. Celik and A. V. Katkat (2009). "Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (*Triticum Durum* Cv. Salihli) under Conditions of Salinity." *Asian J. Crop Sci* **1**(2): 87-95.
- Baghalian, K., A. Haghiry, M. R. Naghavi and A. Mohammadi (2008). "Effect of Saline Irrigation Water on Agronomical and Phytochemical Characters of Chamomile (*Matricaria Recutita* L.)." *Scientia Horticulturae* **116**(4): 437-441.

Canellas, L. P. (2005). Humosfera: Tratado Preliminar Sobre a Química Das Substâncias Húmicas, Ed. do Autor.

EMBRAPA, E. B. D. P. A. (1997). "Centro Nacional De Pesquisa De Solos." Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro.

Fink, J. R., A. V. Inda, J. Bavaresco, V. Barrón, J. Torrent and C. Bayer (2016). "Adsorption and Desorption of Phosphorus in Subtropical Soils as Affected by Management System and Mineralogy." Soil and Tillage Research **155**: 62-68.

Jindo, K., T. S. Soares, L. E. P. Peres, I. G. Azevedo, N. O. Aguiar, P. Mazzei, R. Spaccini, A. Piccolo, F. L. Olivares and L. P. Canellas (2016). "Phosphorus Speciation and High-Affinity Transporters Are Influenced by Humic Substances." Journal of Plant Nutrition and Soil Science **179**(2): 206-214.

Mendes, M., R. S. Fenner and M. P. A. Rosa (2016). "Meio Ambiente, Economia E Educação No Semiárido Brasileiro." ÁGORA Revista Eletrônica **1**(22).

Perassi, I. and L. Borgnino (2014). "Adsorption and Surface Precipitation of Phosphate onto Caco 3–Montmorillonite: Effect of Ph, Ionic Strength and Competition with Humic Acid." Geoderma **232**: 600-608.

Rady, M. M., T. A. A. El-Mageed, H. A. Abdurrahman and A. H. Mahdi (2016). "Humic Acid Application Improves Field Performance of Cotton (*Gossypium Barbadense* L.) under Saline Conditions." JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences **26**(2): 487-493.

Santos, A. C. V. and F. Akiba (1996). "Biofertilizante Líquido: Uso Correto Na Agricultura Alternativa." Seropédica: UFRRJ.

SAS Institute Inc. (1999). Sas/Stat User's Guide. S. Institute. Cary, NC, USA.

Zaghloul, R. A., E. A. Hanafy, H. E. Abou-Aly, A. G. Rahal and M. E. Rasha (2014). "Effect of Biofertilization and Organic Manuring on Growth Performance and Chemical Composition of Tomato under Saline Stress." The 12th Conference of Agricultural development Researches, Fac. Agric. Ain Shams Univ.