

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

Denisvaldo Artur de Meireles, Stella da Silva Prazeres, Mayara Germana dos Santos Gomes,
André Luiz Leite de Souza, Vânia da Silva Fraga

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

Resumo: O objetivo da pesquisa foi avaliar a salinidade de um Latossolo Amarelo distrófico em dois ciclos de produção com maracujazeiro. As plantas foram irrigadas com dois níveis de salinidade na água de irrigação e tratadas com fontes orgânicas líquidas com diferentes quantidades de substâncias húmicas. O experimento foi realizado em esquema fatorial de 2 x 2 x 5 (duas salinidades nas águas de irrigação A1 – CE 1,42 dSm⁻¹ e A2 – CE 4,32 dSm⁻¹; duas fontes orgânicas líquidas S1 – esterco bovino líquido fermentado; S2 – HUMITE; cinco concentrações (C) de cada insumo orgânico – 0; 5; 10; 15 e 20% do esterco bovino líquido concentrado). As coletas do solo para análise da salinidade, em duas profundidades, foram feitas em Abril de 2014, compreendendo um período seco. Ambos os insumos reduziram a salinidade do solo nos dois períodos, no entanto com concentrações diferentes, sendo necessário uma maior dose de biofertilizante quando se tem irrigação salina em períodos mais seco. A aplicação de matéria orgânica, principalmente em menor grau de humificação no caso do biofertilizante, elevou o caráter salino no Latossolo Amarelo.

Palavras- Chave: Biofertilizante, HUMITEC; Ácidos Húmicos; Ácidos Fúlvicos

INTRODUÇÃO

O acúmulo de sais no solo é um dos agravantes para degradação da estrutura física e da redução da fertilidade, podendo com o tempo tornar as áreas improdutivas devido à redução do crescimento das plantas .

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. cv. Flavicarpa) é uma cultura que apresenta sensibilidade à salinidade , no entanto é de grande expressão econômica no semiárido brasileiro e em outras regiões tropicais que também sofrem com os efeitos depreciativos dos sais .

A matéria orgânica humificada, dependendo da sua concentração húmica podem reduzir os efeitos Na^+ no solo, como observado por . A presença das substâncias húmicas em solos menos reativos exercer um efeito eletronegativos nos solos, o que auxilia na maior complexação de sais .

A presença de substâncias húmicas no solo pode exercer diversos efeitos nas funções nas plantas e diretamente ou indiretamente na modulação da absorção de nutrientes . A partir de todos os efeitos observados pelas substâncias húmicas, Khaled; Fawy também verificaram que a presença de ácidos húmicos em ambientes salinos auxilia o aumento da absorção de nutrientes devido a melhora o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

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 . As concentrações foram geradas da mistura de BC_{100%} (100 L de BC) com água de menor salinidade (CE=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 $1,42 \text{ dS m}^{-1}$, dessa forma cada dose teve uma CE similar às concentrações de $\text{BC}_{100\%}$ 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, 2014) foram coletadas amostras de solo no mês de Agosto utilizando um Trado de rosca nas profundidades de 0 – 20 e 21 – 40 cm para análise da fertilidade. Com o processo preparo das amostras concluído, estas foram transferidas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Instituto Federal de Souza - PB e realizada a análise de Salinidade de acordo com o Manual de Métodos e Análise de Solo da .

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da irrigação associada aos tratamentos orgânicos em diferentes concentrações (água x substâncias x concentrações) exerceu efeito significativo ($P < 0,01\%$) para todas as variáveis avaliadas nas profundidades de 0 – 20 cm e 21- 40 cm, durante o período seco (Ciclo 2). O pH não apresentou diferença significativa nesse período.

Durante o período seco a utilização das concentrações de biofertilizante associadas à irrigação com água de salinidade mais baixa, apresenta maior probabilidade em aumentar a condutividade elétrica do extrato de saturação nas duas profundidades (0-20 e 21 – 40 cm) principalmente quando se utilizou a maior dosagem pré-estabelecida. Esse aumento da condutividade elétrica foi associado ao aumento dos sais K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , principalmente na camada mais superficial, os quais podem ter elevado o caráter salino do solo. Verifica-se que em períodos secos a associação do HUMITEC à irrigação com água de salinidade mais baixa intensifica a lixiviação do Cl e influencia e valores e sulfato menores que os apresentados nos tratamentos com biofertilizante (**Tabela 1**).

A associação do HUMITEC à irrigação com água de alta salinidade, durante o período seco, reduziu a condutividade elétrica do extrato de saturação, bem como os valores de K^+ , Na^+ , Ca^{2+} nas duas profundidades e impulsionando a maior lixiviação do Na^+ e do Cl^+ . Com irrigação salina, a utilização do tratamento biofertilizante tem maior probabilidade em elevar o bicarbonato nas duas camadas do solo, durante o período seco (**Tabela 2**).

Tabela 1: Média dos valores químicos da salinidade do Latossolo Amarelo distrófico de Nova Floresta – PB, Brasil, em duas profundidades (0-20 e 21-40 cm), irrigado com água de salinidade mais baixa ($1,42 \text{ dS m}^{-1}$) sob o tratamento com biofertilizante bovino (S1) e HUMITEC (S2), durante período seco (Ciclo 2).

Ciclo 2

CEes ₂₅ ^o C	pH	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ³⁻	Cl
-----------------------------------	----	----------------	-----------------	------------------	-----------------	-------------------------------	--------------------------------	----

	dS m ⁻¹				mmol _c L ⁻¹													
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2		
1,42 dSm⁻¹																		
0 – 20 cm																		
0	3	4,7	3,5	4,4	6,9	4,65	12,7	16,5	3,72	5,8	3,15	11,6	8,58	9,67	48,7	55,1	16,4	24,4
5	3,5	4,7	3,52	4,4	6	6,2	14,5	18,5	7,37	6,2	12,6	9,44	13,7	10,3	46,7	56,1	18,1	24,4
10	4,1	4,8	3,5	4,5	6,6	7,15	15,4	19,4	10,5	6,6	17,1	7,69	17,3	11,0	42,2	60,5	19,8	24,8
15	4,6	4,8	3,53	4,5	8,7	7,5	15,2	19,4	13,1	7	16,6	6,44	19,5	11,7	35,2	68,5	21,5	25,8
20	5,2	4,9	3,5	4,5	12,3	7,25	14,1	18,3	15,3	7,4	11,1	5,69	20,1	12,4	25,7	79,9	23,2	27,2
P/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
P/Q	0,06	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,56	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,07	0,00
	ns	**	ns	**	**	**	**	**	*	ns	**	**	**	ns	**	**	ns	**
β₀	3,00	4,7	5,09	4,45	6,9	4,65	12,72	16,57	3,72	5,8	3,15	11,69	8,58	9,67	48,7	55,16	16,4	24,46
β₁	0,11	0,01	-0,03	0,005	-0,33	0,37	0,47	0,49	0,78	0,08	2,4	-0,50	1,18	0,14	-0,15	-0,16	0,34	-0,06
β₂	----	-0,00	----	6 ⁻⁵	0,03	-0,012	-0,02	-0,02	-0,01	----	-0,10	0,01	-0,03	----	-0,05	0,07	----	0,01
R²	0,34	0,02	0,85	0,27	0,54	0,72	0,34	0,26	0,85	0,13	0,60	0,85	0,61	0,20	0,49	0,28	0,40	0,44
21-40 cm																		
0	5,4	4,8	5,5	4,6	10,85	5,89	14,4	26,2	13,7	10,3	7,54	9,6	16,8	12,3	55,7	43,6	88,9	122
5	5,15	4,07	5,4	4,7	8,05	5,63	14,9	26,3	8,46	7,7	10,2	12,9	12,9	12,4	59,1	52,1	84,3	123
10	4,9	3,7	5,1	4,9	6,25	5,38	15,3	26,4	6,71	6,55	11,4	14,7	11,5	12,5	62,6	56,0	79,8	127
15	4,65	3,67	5,8	4,7	5,45	5,12	15,8	26,6	8,46	6,9	11,1	15	12,6	12,7	66,0	55,5	75,2	134
20	4,4	4	5,3	5,4	5,65	4,87	16,2	26,7	13,7	8,75	9,34	13,8	16,2	12,9	69,5	50,4	70,7	142
P/L	0,01	0,00	1,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	*	**	ns	ns	**	*	**	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
P/Q	0,00	0,07	0,61	0,56	0,00	0,32	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,85	0,00
	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**
β₀	5,4	4,8	----	----	10,85	5,89	14,46	26,20	13,71	10,35	7,54	9,6	16,8	12,37	55,7	43,68	88,9	122,0
β₁	-0,05	-0,18	----	----	-0,66	-0,051	0,09	0,027	-1,4	-0,68	0,69	0,81	-1,03	0,01	0,69	2,14	-0,91	0,12
β₂	----	0,007	----	----	0,02	----	----	----	0,07	0,03	-0,03	-0,03	0,05	0,001	----	-0,09	----	0,046
R²	0,35	0,41	----	----	0,44	0,13	0,28	0,007	0,77	0,64	0,20	0,74	0,79	0,03	0,87	0,40	0,29	0,18

Tabela 2: Média dos valores químicos da salinidade do Latossolo Amarelo distrófico de Nova Floresta – PB, Brasil, em duas profundidades (0 – 20 e 21 – 40 cm), irrigado com água de alta salinidade (4,32 dS m⁻¹) sob o tratamento com biofertilizante bovino (S1) e HUMITEC (S2), durante período seco (Ciclo 2).

Ciclo 2							
CEes ₂₅ ^o c	pH	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ³⁻

	dS m ⁻¹				-----mmol _c L ⁻¹ -----												
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	
4,32 dSm⁻¹																	
0 – 20 cm																	
0	4,76	5,6	5,6	4,77	5,1	9,36	14,8	22,7	10,3	8,26	20,6	15,1	16,8	11,7	46,9	47,9	18
5	3,94	4,77	4,6	4,62	7,2	8,36	13,5	18,8	9,4	7,66	13,4	12,6	15,8	9,68	52,7	41,6	18
10	5,18	4,3	4,7	4,47	8,3	7,36	12,5	15	8,5	7,06	8,68	11,0	14,9	8,13	58,6	39,9	19
15	5,01	4,17	5,4	4,32	8,4	6,36	12,1	11,1	7,6	6,46	6,43	10,4	14,0	7,08	64,4	42,6	20
20	2,73	4,4	4,6	4,17	7,5	5,36	12,0	7,3	6,7	5,86	6,68	10,7	13,2	6,53	70,3	49,9	20
P/L	0,55	0,00	0,14	0,94	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
	ns	**	ns	ns	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
P/Q	0,77	0,00	0,94	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00	0,34	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
	ns	**	ns	*	**	ns	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	*
β₀	----	5,6	----	4,77	5,10	9,36	14,88	22,7	10,3	8,26	20,68	15,17	16,84	11,73	46,9	47,9	18
β₁	----	-0,2	----	-0,03	0,52	-0,20	-0,32	-0,77	-0,18	-0,12	-1,7	-0,60	-0,20	-0,46	1,17	-1,7	0,1
β₂	----	0,007	----	0,00	-0,02	----	0,009	0,02	----	----	0,05	0,019	0,001	0,01	-0,13	0,09	-0,1
R²	----	0,98	----	0,44	0,48	0,33	0,16	0,84	0,9	0,88	0,98	0,31	0,43	0,66	0,64	0,53	0,3
21-40 cm																	
0	4,54	3,97	5,4	4,7	5,9	4,80	14,7	25,5	13,1	4,56	11,2	9,34	16,5	7,13	55,9	56,1	93
5	4,29	3,82	5,415	4,7	6,65	3,24	13,2	23,9	12,8	5,46	7,18	8,54	15,0	7,93	81,3	56,7	71
10	4,04	3,67	5,43	5,1	7,2	3,94	12,4	22,0	11,6	6,36	7,58	8,24	9,0	8,73	106	53,8	58
15	3,79	3,52	5,445	4,6	7,55	5,18	12,2	21,7	9,37	7,26	12,4	8,44	15,4	9,53	132	47,4	55
20	3,54	3,37	5,46	5,1	7,7	3,80	12,7	22,5	6,12	8,16	21,8	9,14	12,7	10,3	157	37,5	61
P/L	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,95	0,42	0,06	0,13	0,00	0,14	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,0
	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	**	ns	**	**
P/Q	0,09	0,01	0,19	0,62	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,73	0,51	0,00	0,00	0,0
	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	**	**	*
β₀	4,54	3,97	5,4	----	5,9	----	14,75	25,54	13,12	4,56	11,28	9,34	----	7,13	55,9	56,1	93
β₁	-0,05	-0,03	0,003	----	0,17	----	-0,36	-0,55	0,05	0,18	-1,27	-0,21	----	0,16	5,09	0,47	-5,
β₂	-----	----	----	----	-0,004	----	0,013	0,02	-0,02	----	0,09	0,01	----	----	-0,2	-0,07	0,1
R²	0,43	0,07	0,003	----	0,03	----	0,22	0,03	0,98	0,36	0,97	0,54	----	0,21	0,11	0,55	0,6

Verifica-se no período seco que, o HUMITEC exerceu maior efeito corretivo, principalmente com a lixiviação do cloro e a maior redução do sódio. Mesmo ambos os insumos, principalmente quando associados à irrigação salina, não sendo eficientes para eliminar o caráter sódico do solo, torna-se mais evidente prever que a associação de um tratamento orgânico à cultura do maracujazeiro em Latossolo sob irrigação salina em períodos

chuvosos e secos, exercerá um efeito mais corretivo na eliminação do sódio, principalmente nas camadas mais superficiais.

Nessa região ou em regiões com características edáficas e ambientais semelhantes, torna-se evidente a necessidade em utilizar uma fonte corretiva, a exemplo do gesso, para solos sódicos sob cultivo de maracujazeiro amarelo. É provável que a utilização do um tratamento corretivo, a exemplo do gesso, associada à 5% HUMITEC ou à 10 % de biofertilizante, possa ser mais eficiente, pois esses insumos orgânicos a base de substâncias húmicas, também exercem efeito corretivo de sódio no solo, como foi observado nesta pesquisa e por Nan et al., .

Tanto o HUMITEC quanto o biofertilizante elevaram os teores de bicarbonato no solo. No entanto verifica-se que com o HUMITEC houve uma maior liberação de sulfato, o qual pode ter se associado ao Ca^{2+} e ao Mg^{2+} formando o sulfato de cálcio e magnésio, proporcionando maior mobilidade no solo, bem como elevando os teores de cálcio, assim como observado por Wadt; Wadt .

O aumento das bases, principalmente no período seco, podem ser explicados pelo fato das substâncias húmicas, em destaque os ácidos fúlvicos e húmicos, aumentarem a eletronegatividade dos solos devido à redução do ponto do efeito salino nulo impulsionando solos mais eletropositivos, a exemplo dos Latossolos, tornarem-se mais eletronegativos. O aumento da eletronegatividade, observada pela elevação de sulfatos nesta pesquisa, é devido à presença de grupos amina e peptídicos presentes nas substâncias húmicas . Essa maior disponibilidade de sulfato proporciona um aumento na complexação de cátions bivalentes, confirmando o aumento nos teores de cálcio e magnésio e redução de Na^+ no extrato de saturação Araújo et al., .

CONCLUSÕES

Ambos os insumos reduziram a salinidade do solo o período seco, no entanto com concentrações diferentes, sendo necessária uma maior dose de biofertilizante quando se tem irrigação salina em períodos mais seco. A aplicação de matéria orgânica, principalmente em menor grau de humificação no caso do biofertilizante, elevou o caráter salino no Latossolo Amarelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

- Araujo, J. L., P. J. S. Severo, F. T. C. Lucena, R. G. Veriato and K. F. Paiva (2015). "Enxofre Elementar Ou Sulfato De Cálcio Para Remediação De Solos Salino-Sódicos?" Pesquisa Agropecuária Tropical **45**: 388-396.
- Ayers, R. S. and D. W. Westcot (1999). "A Qualidade Da Água Para Irrigação." Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba.
- Canellas, L., G. d. A. Santos, N. Amaral Sobrinho, G. Santos and F. Camargo (1999). "Reações Da Matéria Orgânica." Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese: 69-90.
- 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.
- Embrapa, M. e. F. (2013, 5/3/2016). "Produção Brasileira De Maracujá " 1. Retrieved 3/5/2016, 2016.
- 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.
- Khaled, H. and H. A. Fawy (2011). "Effect of Different Levels of Humic Acids on the Nutrient Content, Plant Growth, and Soil Properties under Conditions of Salinity." Soil and Water Research **6**(1): 21-29.
- Nan, J., X. Chen, X. Wang, M. S. Lashari, Y. Wang, Z. Guo and Z. Du (2016). "Effects of Applying Flue Gas Desulfurization Gypsum and Humic Acid on Soil Physicochemical Properties and Rapeseed Yield of a Saline-Sodic Cropland in the Eastern Coastal Area of China." Journal of Soils and Sediments **16**(1): 38-50.
- Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello (2002). "Physiological Effects of Humic Substances on Higher Plants." Soil Biology and Biochemistry **34**(11): 1527-1536.
- Oliveira, F. A., M. A. C. Lopes, F. V. S. Sá, R. G. Nobre, R. C. L. Moreira, L. A. Silva and E. P. Paiva (2015). "Interação Salinidade Da Água De Irrigação E Substratos Na Produção De Mudanças De Maracujazeiro Amarelo/Interaction of Irrigation Water Salinity and Substrate on the Production of Yellow Passion Fruit Seedlings." Comunicata Scientiae **6**(4): 471.
- Ribeiro, A. A., F. J. C. Moreira, M. Seabra Filho and A. S. Menezes (2016). "Emergência Do Maracujazeiro-Amarelo Sob Estresse Salino Em Diferentes Substratos/Emergency of Yellow Passion Fruit under Salt Stress on Different Substrates." Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas **10**(1): 27-36.
- Santos, A. C. V. and F. Akiba (1996). "Biofertilizante Líquido: Uso Correto Na Agricultura Alternativa." Seropédica: UFRRJ.
- Santos, S. J. S. (2015). "Salinização Do Solo: Problemática Socioambiental Do Perímetro Irrigado."
- SAS Institute Inc. (1999). Sas/Stat User's Guide. S. Institute. Cary, NC, USA.
- Silva filho, A. V. and M. I. V. Silva (2002). "Importância Das Substâncias Húmicas Para a Agricultura." Anais do II Emepa-Simpósio Nacional sobre as culturas do Inhame e do Taro.
- Wadt, P. G. S. and L. H. d. O. Wadt (1999). "Movimentação De Cátions Em Amostras De Um Latossolo Vermelho-Amarelo Incubadas Com Duas Fontes De Cálcio." Scientia Agricola **56**: 1157-1164.