

Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino

José Lucínio de Oliveira Freire^{1*}, Lourival Ferreira Cavalcante², Thiago Jardelino Dias³, Murielle Magda Medeiros Dantas⁴, Luciano Pacelli Medeiros Macedo⁵, Thiago Anderson Oliveira de Azevedo⁶

^{1,5}Professor Doutor do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Picuí, Email: lucinio@folha.com.br; lupacelli@yahoo.com.br

²Professor PPGA/UFPB, Areia, PB; Pesquisador INCTSal, Fortaleza, CE, Email: lofeca@cca.ufpb.br

³Professor Doutor da Universidade Federal de Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Bananeiras, PB. Email: thiago@cchsa.ufpb.br

⁴Mestranda em Agroecologia da Universidade Federal de Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Bananeiras, PB. Email: murielle.medeiros55@gmail.com.br

⁶Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB. Email: thiagoanderson2009@gmail.com

Resumo

O maracujazeiro amarelo tem relevante expressão socioeconômica no semiárido nordestino, não obstante o cultivo com águas salinas comprometa a sua produção. Este trabalho objetivou avaliar os teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com água de baixa e alta salinidade, em solo sem e com biofertilizante bovino e sem e com cobertura morta. O trabalho foi conduzido em delineamento de blocos casualizados e distribuídos no arranjo fatorial 2 x 2 x 2, correspondendo a dois níveis de salinidade hídrica (0,5 e 4,5 dS m⁻¹), sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta, três repetições e três plantas por parcela. A irrigação do maracujazeiro amarelo com água de alto teor salino (4,5 dS m⁻¹), quando se aplicou o biofertilizante bovino, aumentaram os teores de boro, zinco e sódio no solo. A cobertura morta incrementou os teores de boro no solo, independentemente da salinidade da água e do uso do biofertilizante bovino. No início da floração, a aplicação do biofertilizante bovino supriu, adequadamente, o maracujazeiro amarelo em cobre, manganês e zinco. A elevação da salinidade da água de irrigação reduziu os teores de manganês no tecido foliar das plantas. O biofertilizante bovino elevou os teores de sódio no tecido foliar do maracujazeiro amarelo, com menor expressividade nas plantas sob estresse salino. A cobertura morta, aplicada isolada ou concomitantemente com águas salinas ou biofertilizante bovino, não exerceu influência na absorção iônica de micronutrientes e sódio pelo maracujazeiro amarelo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*; biofertilizante; composição mineral; salinidade.

Abstract

Levels of micronutrients in soil and leaf tissue of yellow passion fruit under stress attenuating use of saline. The passion fruit has a significant socioeconomic expression in the semi-arid Northeast, despite growing with saline water endanger its production. This study evaluated the micro-nutrient content in the soil and in the leaves of yellow passion fruit irrigated with low and high salinity water in soil with and without bovine biofertilizers and with and without mulch. The work was conducted in a randomized block design and distributed in factorial arrangement 2 x 2 x 2, corresponding to two levels of water salinity (0.5 and 4.5 dS m⁻¹), with and without bovine biofertilizers, with and without mulch. The passion fruit irrigation with high salt water (4.5 dS m⁻¹), bovine when applied biofertilizers increased levels of boron, zinc and sodium in the soil. The mulch increased the levels of boron in the soil, regardless of the salinity of the water and the use of bovine biofertilizers. At the beginning of flowering, the application of bovine biofertilizer supplied, properly, the yellow passion fruit in copper, manganese and zinc. The increase in irrigation water salinity reduced the manganese content in the leaves of plants. The bovine biofertilizers increased the sodium content in the leaves of yellow passion fruit, with lower expression in plants under salt stress. The mulch, applied alone or concomitantly with saline water or bovine biofertilizers no influence on ion absorption of micronutrients and sodium by the yellow passion fruit.

Keywords: *Passiflora edulis*; biofertilizers; composition mineral; salinity.

Introdução

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) se constitui como uma das mais importantes frutíferas representantes da cadeia produtivas de frutas a níveis de pequeno e médio produtor. No ano agrícola de 2012, a produtividade desta passiflorácea foi de 13,1 t ha⁻¹. Não obstante a isso, o estado da Paraíba registrou uma produtividade de 33% inferior à nacional (8,8 t ha⁻¹) (IBGE 2014).

No caso específico do estado da Paraíba, a possível decadência na produtividade decorra da baixa qualidade do material biológico, condições edafoclimáticas inadequadas de cultivo, do manejo cultural inadequado, de problemas fitossanitários e do uso de águas de conteúdo salino acima do limiar suportado pelas plantas.

No semiárido nordestino, a cultura depende de irrigação e, em muitos casos, a água utilizada contém elevados teores salinos. Em consequência, as plantas glicófitas e não glicófitas têm reduzida a absorção de água e nutrientes resultando em desequilíbrio nutricional, fisiológico e metabólico, devido ao excesso dos sais e da ação específica de íons como cloreto, sódio, boro, carbonato e bicarbonato (Ayers & Westcot 1999).

Além de significativas alterações fisiológicas e metabólicas nas plantas, os atributos químicos do solo também são alterados pela salinidade. As interações sinérgicas ou antagônicas entre os minerais no solo são influenciadas pelo conteúdo iônico do solo (Santana et al. 2007; Gonçalves et al. 2011; Freire et al. 2012). Os teores de micronutrientes a nível edáfico são responsáveis pela sua disponibilidade às plantas, sendo a faixa de pH da solução do solo um dos fatores indicativos desta disponibilidade (Sims & Patrick 1978; Dechen & Nachtigall 2006; Zanão Júnior et al. 2007).

Os resultados encontrados na literatura são contraditórios em termos de modificações nos atributos químicos do solo em função da salinidade. Garcia et al. (2008), não observaram alterações nos valores de pH do solo com o aumento da salinidade da água de irrigação. Entretanto, Campos et al. (2009) e Pessoa et al. (2010), atribuem ao incremento de cloreto de cálcio que induz à substituição de ânions como os carbonatos e bicarbonatos e promove a elevação da concentração de H⁺ na

referida solução, causando a redução do pH da solução do solo com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Nos últimos anos, implementaram-se pesquisas visando avaliar possibilidades para redução do potencial osmótico entre as plantas e o meio, com aumento do ajustamento osmótico ou tolerância das plantas aos sais, com o uso de insumos orgânicos líquidos, como o biofertilizante bovino (Dias et al. 2013; Diniz Neto et al. 2014; Freire et al. 2014; Torres et al. 2014).

Esses efluentes orgânicos, segundo Ghoulam et al. (2002), Vessey (2003), Baalousha et al. (2006) e Diniz Neto et al. (2014), podem estimular a liberação de substâncias húmicas ao solo que, por consequência, eleva a capacidade das plantas se ajustarem às elevadas concentrações de sais contidos no solo, promovendo maior absorção de minerais e melhor nutrição das plantas, refletindo no incremento da capacidade reprodutiva.

A cobertura morta tende a influenciar positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, com reflexos na redução da perda de água por evaporação, por reduzir as oscilações térmicas, criando condições favoráveis ao crescimento radicular. Na avaliação das necessidades hídricas do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina e salina, em substrato sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta, até à frutificação, Freire et al. (2011), observaram que a demanda hídrica das plantas foi significativamente menor nos tratamentos com cobertura morta, justificando que a cobertura do solo mantém o solo mais úmido devido, provavelmente, ao efeito da não exposição do solo à ação do vento e à radiação solar, e que a proteção edáfica proporcionou uma economia hídrica de 3,7% em comparação às plantas cultivadas em solo sem cobertura. Com isso, justificam-se estudos que visem analisar, não somente a interação da fertilidade do solo e salinização, como também avaliar a possibilidade de deposição de minerais no solo e a influência na composição mineral foliar quando se usam efluentes orgânicos e cobertura do solo, como possibilidades tecnológicas para amenizar os efeitos deletérios dos sais às plantas.

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar os teores de micronutrientes no solo e no foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas, em solo sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida a céu aberto no sítio Macaquinhos, localizado no município de Remígio, PB, inserido na mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião do Curimataú Ocidental.

Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, referente a dois níveis de salinidade hídrica (0,5 e 4,5 dS m⁻¹), em recipientes plásticos, sem e com aplicação de biofertilizante bovino e sem e com

cobertura morta, com três repetições e três plantas por parcela.

A unidade experimental foi representada por uma planta de maracujazeiro amarelo, no arranjo espacial de 3,0 m x 3,0 m, plantada em um lisímetro de pressão com dimensões de 60 cm de diâmetro e 50 cm de altura, contendo 130 dm³ de substrato composto por solo + esterco bovino.

O substrato do experimento constou de uma mistura dos primeiros 10 cm de um ARGISSOLO AMARELO latossólico eutrófico, não salino (EMBRAPA 2013). No substrato foi aplicado esterco bovino de relação C/N 16/1, na proporção em volume de 10:1 (v/v), e, posteriormente realizadas análises dos atributos químicos e físicos avaliados consoante compilações de Donagema et al. (2011) e constantes na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e física do substrato utilizado nas unidades experimentais.

Atributos Químicos	Valores	Atributos Físicos	Valores
pH (água: 1:2,5)	6,20	Areia (g kg ⁻¹)	828
P (mg dm ⁻³)	79,85	Silte (g kg ⁻¹)	106
K ⁺ (mg dm ⁻³)	124,00	Argila (g kg ⁻¹)	66
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,29	Ada (g kg ⁻¹)	26
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	3,95	GF (%)	60,60
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,10	ID (%)	39,60
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,65	D _s (Mg m ⁻³)	1,26
H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,65	D _p (Mg m ⁻³)	2,73
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	Ausente	P _t (m m ⁻³)	0,54
CTC _{pH7,0} (cmol _c dm ⁻³)	7,30	A/S	0,62
m (%)	0,00	U _{cc} (g kg ⁻¹)	139,90
V (%)	77,39	U _{pmp} (g kg ⁻¹)	30,70
M.O. (g kg ⁻¹)	11,81	U _{0,1MPa} (g kg ⁻¹)	8,28
B (mg dm ⁻³)	0,62	U _{0,5MPa} (g kg ⁻¹)	6,56
Fe (mg dm ⁻³)	36,04	U _{1,0MPa} (g kg ⁻¹)	5,54
Cu (mg dm ⁻³)	< ADL	U _{1,5MPa} (g kg ⁻¹)	3,07
Mn (mg dm ⁻³)	0,68	A _{di} (g kg ⁻¹)	72,70
Zn (mg dm ⁻³)	1,04	Classe textural	AF

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; m = Saturação em alumínio; V = Saturação de bases [(SB/CTC)*100]; M.O = Matéria orgânica; ; ADL = Aquém do limite de detecção; Ada = Argila dispersa em água; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão; D_s = Densidade do solo; D_p = Densidade de partícula, P_t = Porosidade total; A/S = Relação argila-silte; U_{cc} = umidade do solo em capacidade de campo; U_{pmp} = umidade do solo em ponto de murcha permanente; A_{di} = água disponível; AF = Areia franca.

Foi realizada, concomitantemente com as caracterizações químicas e físicas do solo, a caracterização quanto à salinidade do substrato, seguindo a metodologia proposta por Richards (1954).

As mudas de maracujazeiro amarelo foram transplantadas 60 dias após a

semeadura, sendo padronizadas com tamanho médio de 25 cm. Os tratamentos foram iniciados aos 21 dias após o transplante das mudas (DAT). As irrigações das plantas foram feitas com águas de baixa (C.E. de 0,50 dS m⁻¹) e alta salinidade (C.E. de 4,50 dS m⁻¹), conforme o tratamento empregado. A água de

menor condutividade elétrica foi proveniente de uma fonte superficial da propriedade Macaquinhos, Remígio, PB. Semanalmente, procedeu-se à diluição de uma água fortemente salina, de condutividade elétrica de 9,5 dS m⁻¹, proveniente de uma fonte superficial, diluída

com água de condutividade elétrica de 0,2 dS m⁻¹, para obtenção do nível de salinidade da água dos tratamentos com água salina, conforme procedimentos de Cavalcante et al. (2005) e analisados quimicamente de acordo com Richards (1954).

Tabela 2. Caracterização do substrato das unidades experimentais quanto à salinidade do extrato de saturação.

Atributos Químicos	Valores
pH	6,80
C.E. (dS m ⁻¹ a 25° C)	0,31
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,88
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,50
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,24
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,35
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,56
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Ausente
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,17
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	1,50
RAS (mmol _c L ⁻¹)	0,42
Classificação	Normal

C.E. = Condutividade elétrica; RAS = Razão de adsorção de sódio [$Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+} / 2)^{1/2}$]; A₁ = Água de baixa salinidade; A₂ = Água salina.

As irrigações foram efetuadas com o uso de provetas volumétricas, adotando-se frequência de irrigação de sete dias, com reposição diária de um volume hídrico correspondente a 20% da lâmina de água evaporada no dia precedente, medida no Tanque Classe “A” instalado próximo à área experimental.

O biofertilizante bovino foi obtido a partir da fermentação anaeróbica do esterco bovino fresco misturado com água não salina e não clorada, na proporção de 1:1 (100 litros de

cada componente), em recipiente com capacidade de 240 dm³, conforme procedimentos de Santos e Akiba (1996).

Com alíquota de 10 dm³ planta⁻¹, o biofertilizante líquido foi aplicado sobre o substrato contido nos lisímetros, como se fosse água de irrigação, uma semana antes do plantio e aos 90 dias após o transplântio.

O biofertilizante bovino foi analisado quimicamente seguindo a metodologia proposta por Richards (1954).

Tabela 3. Composição química do biofertilizante bovino e das águas utilizadas nas irrigações do maracujazeiro amarelo.

Atributos Químicos	Biofertilizante	A ₁	A ₂
pH	6,70	6,40	7,70
C.E. (dS m ⁻¹ à 25° C)	2,55	0,50	4,50
RAS (mmol L ⁻¹)	0,87	2,12	0,57
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	13,75	1,67	2,80
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	17,50	0,81	8,90
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	3,33	0,11	0,43
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	3,42	2,37	31,96
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	20,86	0,86	0,26
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Ausente	Ausente	0,10
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,50	1,12	3,20
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	10,00	3,14	40,80
Classificação	C ₃ S ₁	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁

C.E. = Condutividade elétrica; RAS = Razão de adsorção de sódio [$Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+} / 2)^{1/2}$]; A₁ = Água de baixa salinidade; A₂ = Água de alta salinidade; C₁S₁ = risco baixo de salinização do solo (C₁) e risco baixo de

sodificação do solo (S_1); C_3S_1 = risco alto de salinização do solo (C_3) e risco baixo de sodificação do solo (S_1); C_4S_1 = risco muito alto de salinização do solo (C_3) e risco baixo de sodificação do solo (S_1) (Richards 1954).

A cobertura morta foi feita com uma camada de 10 cm de capim Seda (*Cynodon dactylon* L.) e posta na superfície de todo o lisímetro, com reposição bimestral.

Para avaliação dos atributos de fertilidade do solo à época da floração, foram coletadas amostras simples deformadas de solo, nos quatro quadrantes dos lisímetros, à profundidade de 0 a 20 cm. As amostras simples de cada tratamento foram misturadas, para formação de uma amostra composta. O material coletado foi analisado no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo e Água, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, câmpus de Areia-PB. As variáveis químicas analisadas foram os micronutrientes boro, ferro, manganês, zinco e o elemento sódio, adotando-se metodologias compiladas por Donagema et al. (2011).

No início da floração, foram coletadas amostras individuais da 4ª folha a partir do meristema apical dos ramos produtivos intermediários e sadios, para avaliação do estado nutricional das plantas, com determinação dos teores de micronutrientes (B, Fe, Mn e Zn) e sódio na matéria seca do tecido foliar.

As amostras foliares foram postas a secar em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 70 °C, durante 72 horas, e, posteriormente, trituradas em moinho tipo

Wiley TE – 650®, utilizando-se peneira de 20 mesh.

Os teores de boro na matéria seca do tecido foliar foram obtidos por colorimetria de curcumina e dos micronutrientes ferro, manganês, zinco e o elemento sódio por espectrofotometria de absorção, empregando-se as metodologias compiladas pela Embrapa (2011).

Os resultados foram submetidos às análises de variância e as médias obtidas comparadas pelo teste F, a 5% de significância, utilizando-se o Programa estatístico SAS STAT® (2011).

Resultados e Discussão

Teores de boro no solo

A elevação do teor salino da água de irrigação promoveu acréscimos de 25,4% nos teores médios de boro no solo entre os tratamentos sem biofertilizante e sem cobertura morta no solo, sendo aumentado de 0,63 (água de baixa salinidade, sem biofertilizante, sem cobertura morta) para 0,79 mg dm⁻³ (água de alta salinidade, sem biofertilizante, sem cobertura morta), conforme verificado na Figura 1. Esses resultados são coerentes com os teores de B, na forma de sais, encontrados na Tabela 1.

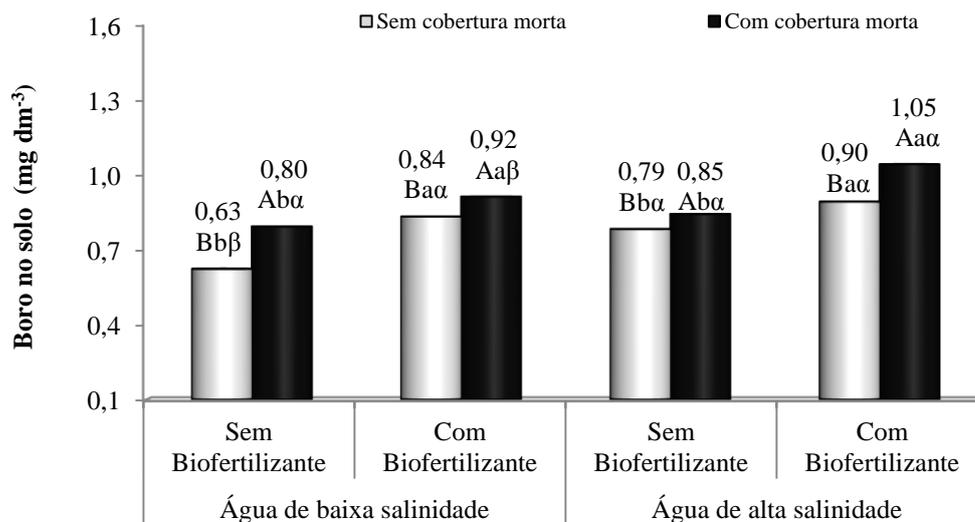


Figura 1. Teores de boro no solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade no solo sem e com aplicação de biofertilizante bovino e sem e com cobertura morta na época da floração. Médias seguidas de mesmas letras,

maiúsculas nas mesmas condições de salinidade da água e de uso do biofertilizante dentro de cobertura morta; minúsculas nas mesmas condições de salinidade da água e de uso da cobertura morta e mesmas letras gregas entre diferentes condições de salinidade da água e mesmas condições de uso do biofertilizante e cobertura morta, não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 0,036

Com a aplicação do biofertilizante e o uso da cobertura morta, os teores de B no solo aumentaram em 14% nos tratamentos com água de alta salinidade, sendo elevado de 0,92 (água de baixa salinidade) para 1,05 mg dm⁻³ (água de alta salinidade).

Independentemente da salinidade da água de irrigação e da aplicação do biofertilizante, o uso da cobertura do solo proporcionou incrementos nos teores de boro no solo, de forma mais expressiva nos tratamentos com água de baixa salinidade e sem biofertilizante (27%), em comparação com o observado no solo com água de baixa salinidade, sem biofertilizante e com cobertura morta, e com água de alta salinidade e com cobertura morta (16,7%) em comparação com o tratamento com água de alta salinidade, com biofertilizante e sem cobertura morta. A cobertura morta conserva o teor de umidade no solo, mantém a temperatura edáfica e acelera a decomposição da matéria orgânica, o que, segundo Abreu et al. (2007), proporciona maiores condições para liberação do boro para a solução do solo.

Com relação ao uso do biofertilizante bovino, independentemente da salinidade da

água e do uso da cobertura morta, os teores de boro extraível no solo aumentaram com a adição do insumo orgânico. Nos tratamentos com água de baixa salinidade, os teores foram mais expressivos nos tratamentos sem cobertura morta, sendo elevado de 0,63 para 0,84 mg dm⁻³ (33,3%) com a aplicação do biofertilizante bovino. Com água de alta salinidade, a maior elevação foi nos tratamentos com cobertura morta, com teores médios de 0,89 a 1,05 mg dm⁻³ (17,9%). O que ratifica as observações de Abreu et al. (2007) de que os insumos orgânicos são grandes fontes deste micronutriente para o solo. Segundo Rosolem e Biscaro (2007), a maior parte de boro disponível no solo está ligada à fração orgânica, que o retém com grande força.

Pela Figura 2, constata-se que nos tratamentos sem biofertilizante os teores de ferro variaram de 54,6 (tratamentos com água de alta salinidade) a 55,01 mg dm⁻³ (tratamentos com água de baixa salinidade), sem efeito significativo entre os tipos de água de irrigação, indicando, de acordo com a Tabela 1, que o solo estava adequadamente suprido com este micronutriente (Malavolta et al. 1997).

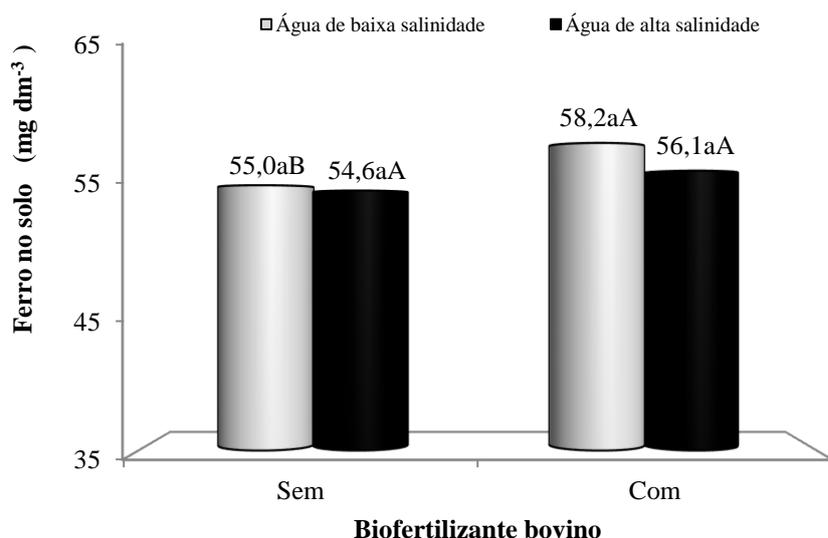


Figura 2. Teores de ferro no solo cultivado com maracujazeiro amarelo submetido à irrigação com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante bovino, na época de floração. Médias seguidas de mesmas

letras, minúsculas entre condições de salinidade da água dentro das mesmas condições do uso de biofertilizante bovino e maiúsculas entre a mesma condição de salinidade da água dentro de diferentes condições do uso do biofertilizante bovino não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 3,88

Nos tratamentos com água de baixa salinidade, a aplicação do biofertilizante bovino elevou o teor de Fe no solo a $58,2 \text{ mg dm}^{-3}$, entretanto, com valores de $56,1 \text{ mg dm}^{-3}$, não se verificou efeito significativo do insumo orgânico nos tratamentos com água de alta salinidade. Na avaliação do efeito do biofertilizante e potássio na cultura do maracujazeiro amarelo, Dantas (2007) observou que, nos tratamentos com potássio, o biofertilizante inibiu a disponibilidade do ferro no solo.

Na verificação do comportamento dos fatores biofertilizante, matéria orgânica e nitrogênio na fertilidade de um solo cultivado com maracujazeiro amarelo, nos tratamentos com nitrogênio, sem e com matéria orgânica, Diniz (2009), detectou que os teores de ferro no solo com aplicação de nitrogênio isolado e nitrogênio mais matéria orgânica não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com valores médios de $70,14$ e $29,87 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente. Em estudos relacionados à influência do biofertilizante bovino nos teores de micronutrientes em solos cultivados com mamoeiro e irrigados com água de baixa salinidade, França et al. (2009) verificaram que os teores de ferro no solo aumentaram

linearmente com o aumento das doses fornecidas, oscilando de 14 a 20 mg dm^{-3} e 14 e de 24 mg dm^{-3} , para o biofertilizante comum e enriquecido respectivamente.

Nos tratamentos sem biofertilizante bovino, o solo apresentou teores de manganês de $10,4 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo elevado para $11,1 \text{ mg dm}^{-3}$ (6,7%) com a utilização do insumo orgânico, conforme verificado na Figura 3. Em comparação com os teores de $6,8 \text{ mg dm}^{-3}$ que o substrato possuía antes dos tratamentos, percebe-se que os teores de manganês no solo foram elevados em 63,2% com a aplicação do biofertilizante. Esse teor de manganês nos tratamentos com biofertilizante bovino é considerado médio para o maracujazeiro amarelo de acordo com Borges (2004).

Costa (2007), verificou que o aumento da salinidade da água de irrigação e o uso de cobertura morta no solo, a exemplo deste trabalho, não afetaram os valores de manganês no solo. Nos tratamentos com solo tratado com biofertilizante puro em cultivo com mamoeiro, França et al. (2009), verificaram que os conteúdos de manganês no solo cresceram linearmente com o aumento das doses fornecidas, oscilando de 17 a 22 mg dm^{-3} .

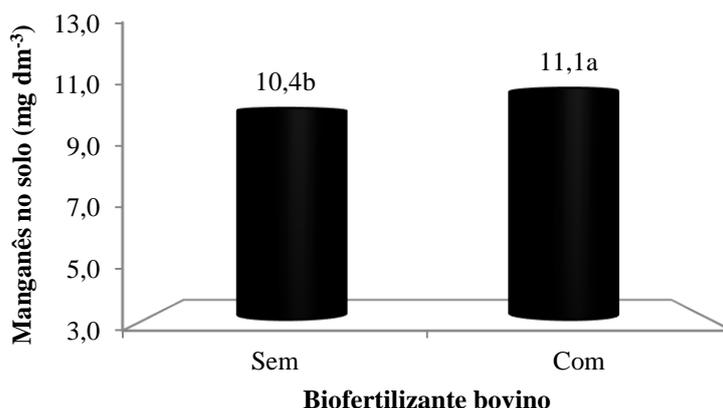


Figura 3. Teores de manganês no solo cultivado com maracujazeiro amarelo submetido às condições de uso de biofertilizante bovino, na época de floração. Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 0,55

Na Figura 4, verifica-se que o aumento da salinidade da água, sem a aplicação do biofertilizante bovino, elevou o teor de zinco no solo de $1,62$ (teor médio) para $2,03 \text{ mg dm}^{-3}$

(teor alto). Enquanto com o uso do insumo orgânico, não houve efeito significativo entre os tratamentos com água de baixa e alta salinidade, com valores respectivos de $3,01$ e

3,04 mg dm⁻³. Contrariamente, Costa et al. (2007) observaram redução nos teores deste elemento em cultivo de amaranto com

adubação à base de zinco com o aumento do teor salino da água de irrigação.

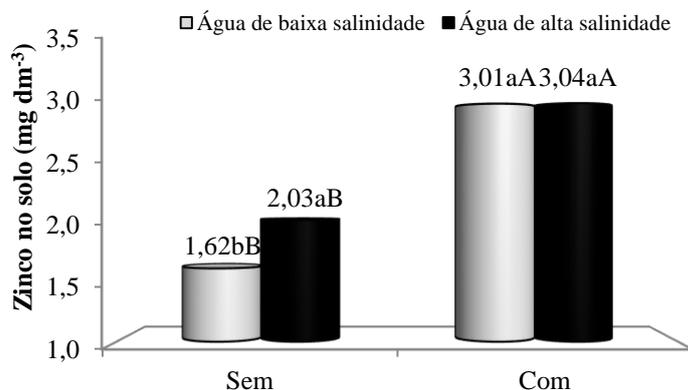


Figura 4. Teores de zinco no solo cultivado com maracujazeiro amarelo submetido à irrigação com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante bovino na época da floração. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas entre condições diferentes de salinidade da água dentro das mesmas condições do uso do biofertilizante e maiúsculas entre a mesma salinidade da água dentro de diferentes condições do uso do biofertilizante não diferem entre si pelo teste F (P < 0,05). DMS = 0,23

Nos tratamentos com água de baixa e alta salinidade, a aplicação do biofertilizante promoveu acréscimos de 1,39 e 1,01 mg dm⁻³, respectivamente.

Com relação aos fatores biofertilizante bovino e cobertura morta (Figura 5), os teores de zinco no solo foram elevados com relação ao teor inicial de 1,04 mg dm⁻³ antes da aplicação dos tratamentos, como verificado na Tabela 1, atingindo valores de 2,15 mg dm⁻³ ao

se aplicar apenas a cobertura morta. Quando foi adicionado o biofertilizante bovino no solo com cobertura morta, os valores foram mais expressivos nos teores de zinco (2,63 mg dm⁻³). Essa elevação, de acordo com Vale et al. (1997), sejam reflexos do possível aumento dos teores de cálcio no solo, com o incremento das substâncias húmicas contidas no biofertilizante bovino, que desloca o zinco de complexos e quelatos para a solução do solo.

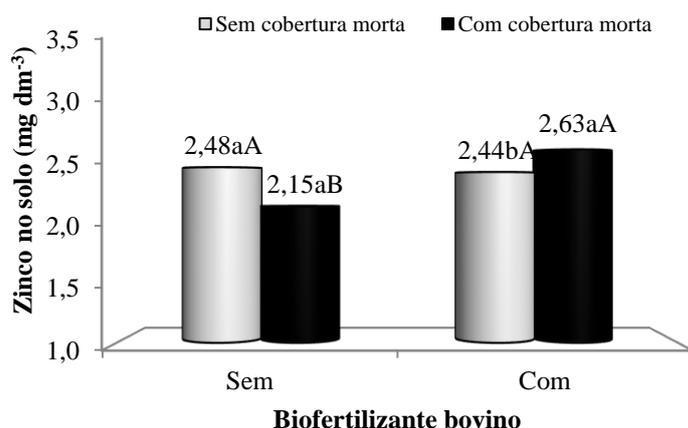


Figura 5. Teores de zinco no solo cultivado com maracujazeiro amarelo submetido às condições de aplicação de biofertilizante e cobertura morta (B), na época de floração. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas entre condições diferentes do uso de cobertura morta dentro das mesmas condições do uso do biofertilizante bovino e maiúsculas entre a mesma condição do uso da cobertura morta

dentro de diferentes condições do uso de biofertilizante bovino não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 0,23

Independentemente da aplicação do biofertilizante e da cobertura morta, o teor de sódio no solo foi elevado com o incremento da salinidade da água de irrigação (Figura 6). Nos tratamentos com água de baixa salinidade, o biofertilizante bovino incrementou o teor de sódio nos solos sem cobertura morta em 12,8%, sendo elevado de 0,34 para 0,39 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. A elevação da salinidade da água de

irrigação a 4,5 dS m^{-1} e a aplicação do biofertilizante bovino elevaram os teores de sódio no solo de 0,36 a 0,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ nos tratamentos com cobertura do solo. Nos solos irrigados com água de alta salinidade, o teor de sódio aumentou com o uso do insumo orgânico de 0,70 para 0,98 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e 0,78 para 0,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, nos tratamentos sem e com cobertura morta, respectivamente (Figura 6).

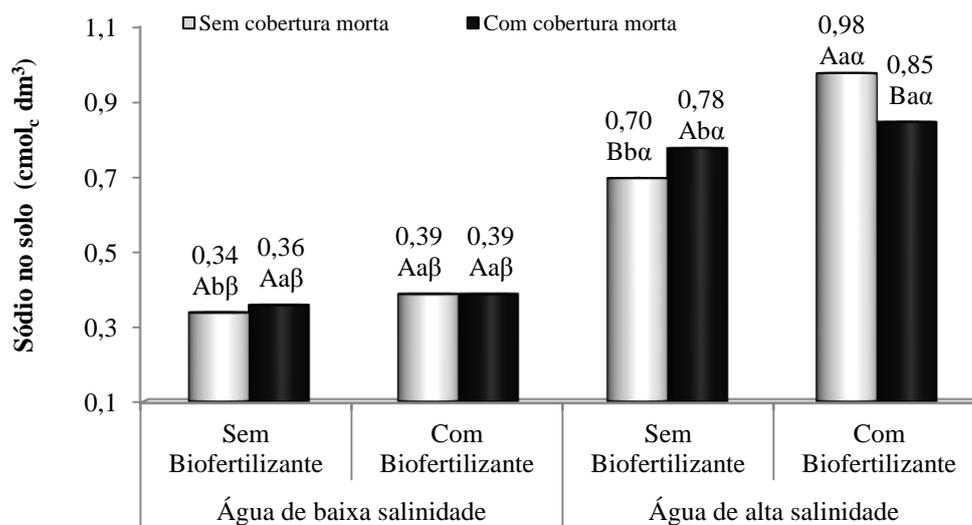


Figura 6 - Teores de sódio no solo cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade no solo sem e com aplicação de biofertilizante bovino e sem e com cobertura morta na época da floração. Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas mesmas condições de salinidade da água e de uso do biofertilizante dentro de cobertura morta; minúsculas nas mesmas condições de salinidade da água e de uso da cobertura morta e mesmas letras gregas entre diferentes condições de salinidade da água e mesmas condições de uso do biofertilizante e cobertura morta, não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 0,028

Comparativamente, o aumento do teor salino da água de irrigação e a aplicação do biofertilizante elevaram os teores de Na^+ no solo em mais de 100%, mais expressivamente de 0,34, na água de baixa salinidade, para 0,98 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ nos tratamentos irrigados com água de alta salinidade sob cobertura morta e biofertilizante. Provavelmente, a condição salina do biofertilizante bovino, que apresentou teores de sódio de 3,42 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$, e os teores de 31,96 $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ desse elemento na água de alta salinidade, conforme Tabela 3, tenham contribuído para esse acréscimo. Rodolfo Júnior et al. (2005) verificaram aumento no teor de sódio no solo com a aplicação de

biofertilizante em função da irrigação com águas na salinas.

Boro no tecido foliar

Os teores de boro no tecido foliar do maracujazeiro amarelo reduziram com a elevação do conteúdo salino da água de irrigação, independentemente da aplicação do biofertilizante (Figura 7). Sem o insumo orgânico, a disponibilidade do nutriente no tecido foliar do maracujazeiro foi reduzido com o estresse salino de 70,44 a 46,04 mg kg^{-1} , equivalente a um decréscimo de 53% (Figura 7).

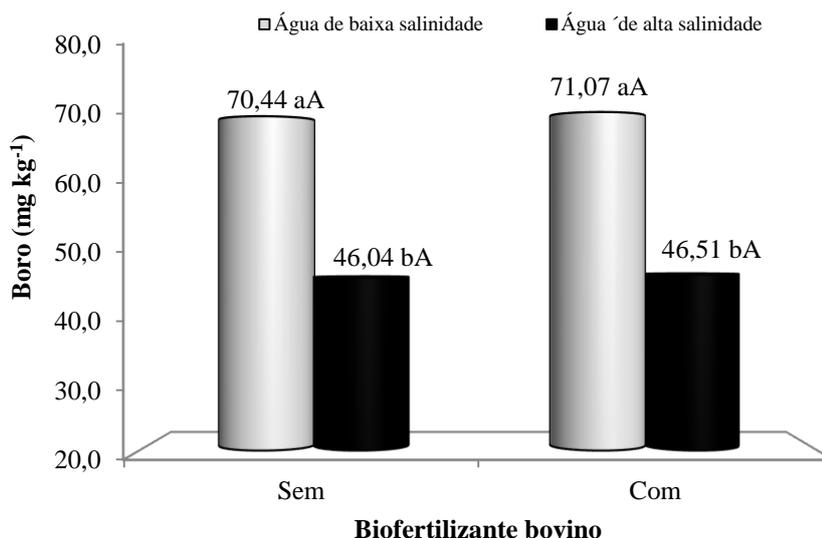


Figura 7. Teores de boro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas entre condições de salinidade da água dentro das mesmas condições do uso de biofertilizante bovino e maiúsculas entre a mesma condição de salinidade da água dentro de diferentes condições do uso do biofertilizante bovino não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 12,71

Pelos resultados, constata-se a dificuldade das plantas na absorção e translocação do boro sob estresse salino (Neves et al. 2004), pois o conteúdo desse nutriente verificado no solo foi inversamente proporcional aos teores no tecido foliar (Figura 1).

Comportamento semelhante foi verificado para os tratamentos com biofertilizante bovino dentro das distintas salinidades, onde o insumo orgânico não foi capaz de elevar significativamente os teores de boro nas plantas. Com a aplicação do efluente orgânico, os tratamentos com água de baixa salinidade superaram os teores deste nutriente na matéria seca foliar dos tratamentos com água salina em 52,8%, com valores respectivos de 71,07 e 46,51 mg kg⁻¹.

Independentemente da aposição do biofertilizante, os teores de boro nos tratamentos com água de baixa salinidade estão acima da faixa ótima à cultura, situada entre 40 e 50 mg kg⁻¹ proposta por Malavolta et al. (1997).

Rodolfo Júnior (2007) e Diniz (2009), em avaliações com plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água de baixa salinidade e adubadas com biofertilizante comum + NPK e biofertilizante bovino + nitrogênio,

respectivamente, verificaram teores de boro foliar de 62,4 e 58,7 mg kg⁻¹.

Fe no tecido foliar

Os mais elevados teores de ferro no tecido foliar do maracujazeiro amarelo foram observados nos tratamentos com água de baixa salinidade e sem biofertilizante, com valores de 57,78 mg kg⁻¹. A aplicação do biofertilizante não surtiu efeito significativo nos teores de ferro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com água de alta salinidade, com valores entre 46,23 e 47,96 mg kg⁻¹, conforme se observa na Figura 8.

Neste trabalho, os resultados dos teores de ferro nas folhas foram muito inferiores à faixa ótima de 120 a 200 mg kg⁻¹ exigida pelo maracujazeiro amarelo, conforme Malavolta et al. (1997). Os autores sugerem que a absorção de ferro foi inibida pelo excesso de fósforo no substrato, conforme efeitos relatados por Dechen e Nachtigall (2006) e Abreu et al. (2007) ao afirmarem que a mobilidade do ferro na planta é afetada negativamente pelo elevado conteúdo de fósforo no solo na área de crescimento radicular das plantas.

Em plantas irrigadas com água de baixa salinidade, o uso do biofertilizante

reduziu os teores de ferro a 33,99 mg kg⁻¹ (39,1%). Na avaliação dos efeitos de doses de biofertilizante e adubação mineral em maracujazeiro amarelo em covas irrigadas com

água de baixa salinidade, Nascimento (2010) verificou teores médios de ferro de 104,69 mg kg⁻¹.

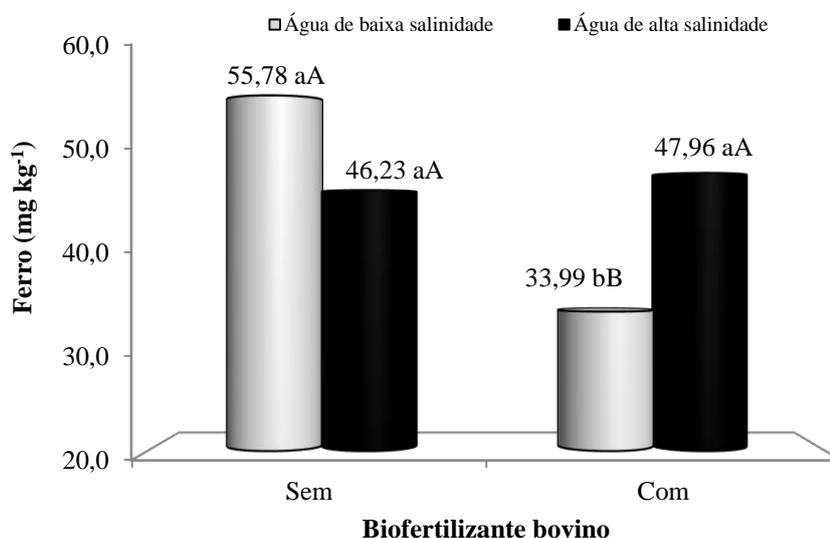


Figura 8. Teores de ferro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas entre condições de salinidade da água dentro das mesmas condições do uso de biofertilizante bovino e maiúsculas entre a mesma condição de salinidade da água dentro de diferentes condições do uso do biofertilizante bovino não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 12,41

Os teores de ferro no tecido foliar nos tratamentos com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹, independentemente da aplicação, ou não, de biofertilizante bovino, não diferiram estatisticamente entre si, apresentando a mesma tendência sem e com biofertilizante, com inexistência de efeito significativo dos tratamentos, evidenciam a todo conteúdo deste micronutriente no solo (Figura 2).

Nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade, os teores de cobre foram elevados de 12,10 para 26,23 mg kg⁻¹ (116,8%) com a utilização do biofertilizante bovino (Figura 9). Essas constatações foram superiores aos descritos por Rodrigues et al. (2009b) na avaliação da influência do biofertilizante supermagro aplicado em covas de maracujazeiro irrigado com água de baixa salinidade.

Nessas condições, conforme com Malavolta et al. (1997), as plantas de maracujazeiro amarelo estão supridas em cobre em ambos tratamentos com suprimento

adequado, de acordo com a faixa ideal de 10 a 20 mg kg⁻¹.

Nos substratos sem biofertilizante, os teores de cobre foliar foram elevados de 12,10 a 28,18 mg kg⁻¹, quando as plantas foram irrigadas com água de alto teor salino. Esses resultados estão consonantes com as observações de Bosco et al. (2009) ao descreverem que o estresse salino aumentou o conteúdo de cobre nas folhas de berinjela.

Não se observou efeito significativo nos teores de cobre nos tratamentos com água de alta salinidade em relação à aplicação, ou não, do biofertilizante, com valores de 28,18 e 26,38 mg kg⁻¹, respectivamente. Os resultados estão próximos aos 27,7 mg kg⁻¹ de cobre em folhas de maracujazeiro irrigado com água salina registrados por Macedo (2006), entretanto, superiores à amplitude de 7,37 a 22,92 mg kg⁻¹ verificada por Nascimento (2010) com a cultura irrigada com água salina, adubadas com biofertilizante e adubação mineral.

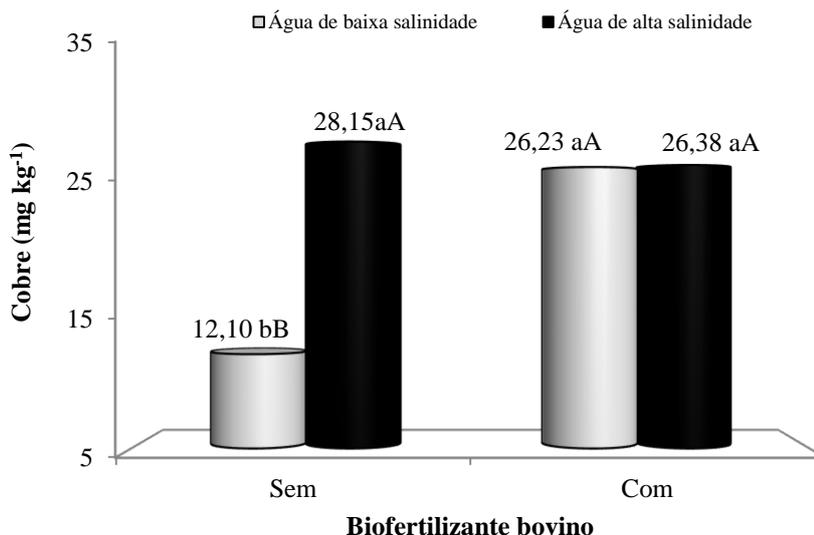


Figura 9. Teores de cobre na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas entre condições de salinidade da água dentro das mesmas condições do uso de biofertilizante bovino e maiúsculas entre a mesma condição de salinidade da água dentro de diferentes condições do uso do biofertilizante bovino não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 7,64

Manganês no tecido foliar

Os teores de manganês na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo foram reduzidos de 224,31 para 181,47 mg kg⁻¹ (19,1%) com a elevação da salinidade da água de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ (Figura 10). Para Sousa

et al. (2007) a redução do teor de manganês nas plantas, provocado pela salinidade, tem sido observada em muitas espécies de plantas glicófitas em razão da composição do meio salino, do pH elevado do solo e do antagonismo do cálcio em excesso.

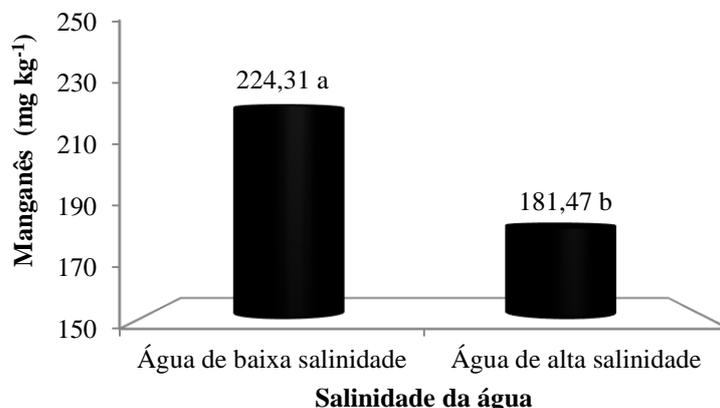


Figura 10. Teores de manganês na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade (A) e tratamentos sem e com biofertilizante (B). Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 36,78

Os resultados apresentados estão em coerência com as avaliações de Bosco et al. (2009). De acordo com Prado e Natale (2006), os teores de manganês para o maracujazeiro amarelo, no presente trabalho, estão na faixa

adequada (40 e 250 mg kg⁻¹) à nutrição das plantas.

O elemento é essencial, tendo em vista que participa da síntese de clorofila, ativação de enzimas e participa do fotossistema II como

responsável pela fotólise da água (Dechen & Nachtigall 2006; Epstein e Bloom 2006). Possivelmente, os resultados obtidos neste trabalho, independentemente da salinidade da água, não comprometeram as atividades fisiológicas das plantas relacionadas às funções deste micronutriente.

Zinco no tecido foliar

Nas Figuras 11 e 12, observa-se que a irrigação das plantas com água de maior

salinidade e com biofertilizante, respectivamente, elevou os teores de zinco no tecido foliar de 39,48 a 44,35 mg kg⁻¹ e de 40,43 a 43,41 mg kg⁻¹. Os teores deste micronutriente apresentados nos tratamentos indicam que as plantas se encontravam com suprimento ideal deste micronutriente, conforme informado por Malavolta et al. (1997), ao considerar como faixa ótima de zinco no tecido foliar entre 25 e 40 mg kg⁻¹.

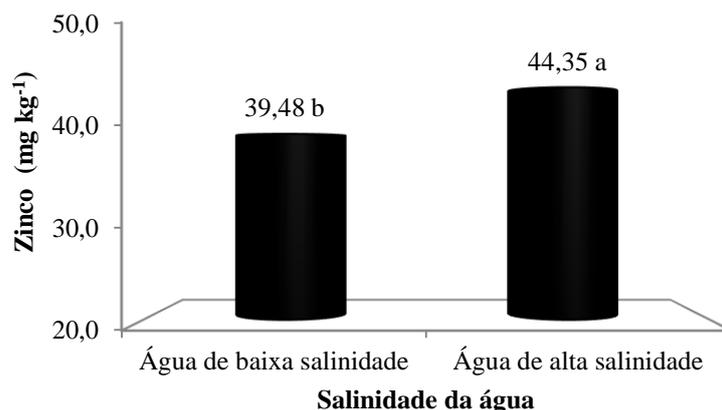


Figura 11. Teores de zinco na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade. Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 2,49

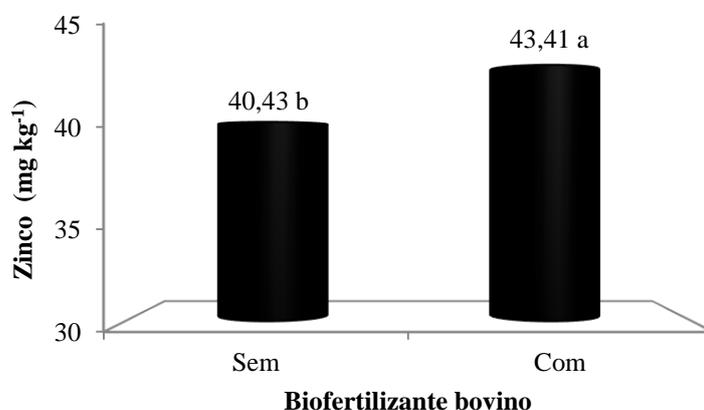


Figura 12 - Teores de zinco na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em substratos sem e com biofertilizante bovino. Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 2,49

Embora autores como Dechen e Natchgall (2006) e Façanha et al. (2008) relatem que alta concentração de fósforo no solo favoreça deficiência de zinco nas plantas, não se observou efeitos nos tratamentos analisados. Diniz (2009) e Rodrigues et al. (2009a), em avaliações de cultivos de

maracujazeiro amarelo com água de boa qualidade e aplicação de biofertilizante, observaram, apesar de inferiores aos resultados obtidos neste trabalho, suprimento adequado das plantas com relação ao zinco, com valores acima de 25 mg kg⁻¹.

Sódio no tecido foliar

Verificou-se comportamento similar das plantas com a aplicação do biofertilizante,

com acréscimos de sódio foliar no mesmo tipo de salinidade da água e entre plantas com níveis diferentes de salinidade (Figura 13).

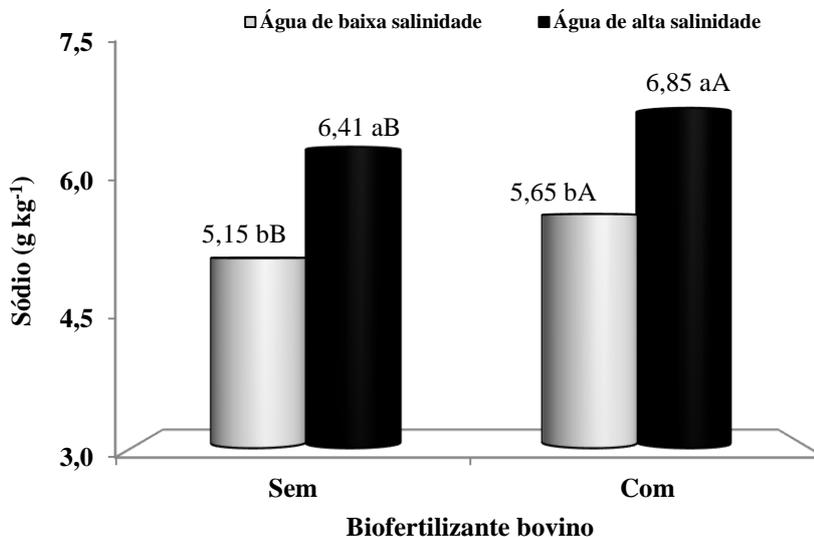


Figura 13. Teores de sódio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante. Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas entre condições de salinidade da água x sem ou com biofertilizante e maiúsculas nas interações da mesma salinidade da água x sem e com biofertilizante não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P < 0,05$). DMS = 0,41

Sem aplicação do insumo orgânico, os teores de sódio de $6,41 \text{ g kg}^{-1}$ na matéria seca foliar de plantas irrigadas com água de alta salinidade são superiores em 24,5% aos observados nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade ($5,15 \text{ g kg}^{-1}$). Nos tratamentos com água de baixa salinidade, a aplicação do biofertilizante elevou os teores de sódio no tecido foliar em 9,7% e 6,8%, cujo valores foram de 5,15 e $5,65 \text{ g kg}^{-1}$ na ausência e presença do insumo orgânico, respectivamente.

Os teores de sódio no tecido foliar das plantas foram elevados de 5,65 (água de baixa salinidade) para $6,85 \text{ g kg}^{-1}$ (água de alta salinidade) com aplicação do biofertilizante bovino no tecido foliar das plantas. A acumulação de sódio na parte aérea indica que, possivelmente, a inexistência de mecanismos de exclusão de íons tóxicos após a absorção, que, segundo Taiz e Zeiger (2013) pode ter promovido alterações no balanço hormonal, perda da turgescência das células-guarda e redução do metabolismo das plantas. Os dados corroboram as observações de Dantas et al. (2014) em que os teores de sódio na matéria

seca foliar do maracujazeiro amarelo são superiores a qualquer micronutriente.

Esses resultados são coerentes com os teores de sódio no substrato (Tabela 2), confirmando a observação de Silva et al. (2007) em que os teores desse elemento é elevado ao irrigar com água de elevado teor salino no ambiente edáfico e no incremento dos teores de sódio no tecido vegetal.

Embora sejam elevados, os teores de sódio nas folhas em ambos os tratamentos são marcadamente inferiores aos obtidos por Diniz (2009) em covas de maracujazeiro amarelo com biofertilizante e inferiores aos $3,15 \text{ g kg}^{-1}$ obtidos por Macedo (2006) com água salina ($4,2 \text{ dS m}^{-1}$).

Conclusões

A irrigação do maracujazeiro amarelo com água de alta salinidade, conjuntamente com uso do biofertilizante bovino, aumentou os teores de boro, zinco e sódio no solo.

A cobertura morta incrementou os teores de boro no solo, independentemente da

salinidade da água e do uso do biofertilizante bovino.

No início da floração, a aplicação do biofertilizante bovino supriu, adequadamente, o maracujazeiro amarelo em cobre, manganês e zinco.

A elevação da salinidade da água de irrigação reduziu os teores de manganês no tecido foliar do maracujazeiro amarelo.

O biofertilizante bovino elevou os teores de sódio no tecido foliar do maracujazeiro amarelo, com menos expressão nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade.

A cobertura morta, aplicada isolada ou concomitantemente com águas salinas e/ou biofertilizante bovino, não exerceu influência na absorção iônica de micronutrientes e sódio pelo maracujazeiro amarelo.

Referências

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. **Micronutrientes**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. p. 1-158, (FAO: Drainage paper, 29).
- BAALOUSHA, M.; MOTELICA-HEINO, M.; COUSTUMER, P. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity, and residence time. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, New York, v. 1, n. 272, p. 48-55, 2006.
- BORGES, A. L. **Nutrição mineral, calagem e adubação**. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. *Maracujá: produção e qualidade na passicultura*. Cruz das Almas, Embrapa, 2004. p. 117-144.
- BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 157-164, 2009.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G. G.; MOTA, J. K. M. Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 1, p. 41-47, 2009.
- CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; ANDRADE, R.; SÁ, J. R.; MACEDO, J. P. S.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 314-317, 2005.
- COSTA, D. M. A. **Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amaranto**. Natal. 2007. 124f. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.
- DANTAS, T. A. G. **Biofertilizante e potássio: efeitos no maracujazeiro-amarelo e no solo**. 2007. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Micronutrientes**. In: FERNANDES, M. S. (ed.) *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-374.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; FREIRE, J. L. O.; SOUTO, A. G. L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.
- DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SIVA, E. C. Mudanças de oitocica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.
- DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. 2009. 98f. (Tese Doutorado). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.;

- VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011. 225p. (CNPS, Documentos 132).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P.; DOBBSS, L. B. **Nutrição mineral**. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008, p. 33-50.
- FRANÇA, C. P.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, D. L.; FARIAS, A. A.; ARAÚJO, D. L. Teores de micronutrientes em solo cultivado com mamoeiro Baixinho de Santa Amália, tratado com biofertilizante bovino. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, n. 1, p. 37-42, 2009.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; VIEIRA, M. S. Crescimento do maracujazeiro amarelo sob estresse salino e biofertilização em ambiente protegido contra perdas hídricas. **Holos**, Natal, v.28, n.4, p.55-68, 2012.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, n.1, p. 82-91, 2014.
- GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F. MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 7-18, 2008.
- GHOULAM, C.; FOURSRY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, New York, v. 1, n. 47, p. 39-50.
- GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. S.; SANTOS, M. A.; SOUZA, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 589-596, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>. Acesso em 19 set. 2014.
- MACEDO, J. P. S. **Desempenho do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, em função do espaçamento, cobertura do solo e poda da haste principal**. 2006. 125f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- NASCIMENTO, J. A. M. **Respostas do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante bovino irrigado com água salina de baixa e alta salinidade**. 2010. 101f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 997-1006, 2004.
- PESSOA, L. G. M.; OLIVEIRA, E. E. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. A.; SANTOS, R. L. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.5, n.3, p.406-412, 2010.

- PRADO, R. M.; NATALE, W. **Nutrição e adubação do maracujazeiro no Brasil**. Uberlândia: EDUFU, 2006. 192 p.
- RICHARDS, L.A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos**. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de la America, 1954, 172p.
- RODOLFO JÚNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 149-160, 2009.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; CAMPOS, V. B.; DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, I. H. L. Biofertilizante supermagro e potássio na fertilidade de um solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 76-84, 2009a.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 117-124, 2009b.
- ROSOLEM, C. A.; BÍSCARO, T. Adsorção e lixiviação de boro em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1473-1478, 2007.
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p.1470-1476, 2007.
- SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ. 1996. 35 p.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 621 p.
- SILVA, G. F.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. C.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, F. H. T. Comportamento do maracujazeiro - amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. In: Workshop Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, 2007, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. p. 1-4.
- SIMS, J. L.; PATRICK, W. H. The distribution of micronutrient cation in soil under conditions of varying redox potential and pH. **SSAJ**, Madison, v. 42, n. 2, p. 258-262, 1978.
- SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 75-82, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013. 820 p.
- VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A.; FURTINI NETO, A. E. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: UFLA, 1997. 171p.
- VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, Wageningen, n. 255, p. 571-586, 2003.
- TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.