



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS IV – CATOLÉ DO ROCHA - PB  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR DO QUIABEIRO SOB LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E COBERTURA MORTA DO SOLO**

**NUBIA MARISA FERREIRA**

Catolé do Rocha – PB  
Julho - 2014

**NUBIA MARISA FERREIRA**

**COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR DO QUIABEIRO SOB LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E COBERTURA MORTA DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita

Coorientador: Prof. MSc. Irinaldo Pereira da Silva Filho.

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

F383c Ferreira, Nubia Marisa.

Composição mineral foliar do quiabeiro sob lâminas de irrigação, adubação orgânica e cobertura do solo [manuscrito] : / Nubia Marisa Ferreira. - 2014.

21 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, Departamento de Agrárias e Exatas".

1. Abelmoschus esculentus. 2. Composição foliar. 3. Manejo de água no solo. I. Título.

21. ed. CDD 635.648

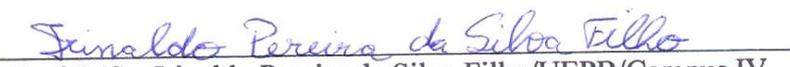
NUBIA MARISA FERREIRA

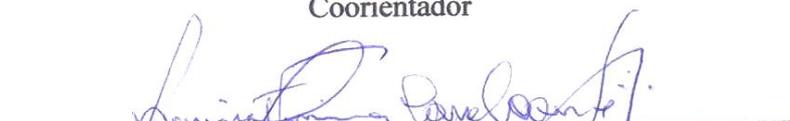
**COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR DO QUIABEIRO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E COBERTURA MORTA DO SOLO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Agrárias.

Aprovada em 25/07/2014.

  
Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita / UEPB/Campus IV  
Orientador

  
Prof. MSc. Irinaldo Pereira da Silva Filho / UEPB/Campus IV  
Coorientador

  
Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante / UFPB/Campus II  
Examinador

  
Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos / UEPB/Campus IV  
Examinador

# COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR DO QUIABEIRO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E COBERTURA MORTA DO SOLO

NUBIA MARISA FERREIRA

## RESUMO

Um experimento foi conduzido no período de novembro de 2013 a abril de 2014, para avaliar os efeitos da irrigação, adubação orgânica e cobertura morta do solo sobre a nutrição mineral em macro e micronutrientes do quiabeiro variedade ‘Santa Cruz 47’. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com os tratamentos arranjos, em esquema fatorial 2 x 5 x 2, referentes a irrigação das plantas com lâminas correspondentes a 100% e 50% da evapotranspiração da cultura, doses de matéria orgânica de 1,8; 2,8; 3,8; 4,8 e 5,8% na forma de esterco bovino, no solo sem e com cobertura morta com restos vegetais de salsa-brava (*Ipomoea asarifolia*) com camada de 5 cm de espessura, com quatro repetições, perfazendo 80 parcelas. No início da floração, foram coletadas amostras da terceira folha das três plantas centrais de cada parcela e determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca para avaliação do estado nutricional da cultura. A redução da lâmina de irrigação de 100 para 50% da evapotranspiração comprometeu a composição mineral das plantas do quiabeiro. As doses de matéria orgânica estimularam os teores foliares de macro e micronutrientes das plantas, independentemente do nível de irrigação e a cobertura morta no solo não exerceu efeitos significativos no estado nutricional do quiabeiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Abelmoschus esculentus*. Composição foliar. Manejo de água no solo.

## ABSTRACT

### MINERAL COMPOSITION IN OKRA LEAF UNDER IRRIGATIONS LAMINS, MANURE AND SOIL MULCHING

An experiment was conducted during the period from November 2013 to April 2014, to assess the effects of irrigation, Organic fertilization, mulching on mineral nutrition in macro and micronutrients from the variety okra 'Santa Cruz 47'. The experimental design was randomized blocks with treatments arranged in factorial scheme 2 x 5 x 2, for irrigation of plants with corresponding to 100% and 50% of the crop evapotranspiration, doses of organic matter of 1.8; 2.8; 3.8; 4.8 and 5.8% in the form of cow manure, soil without and with mulching with vegetable of salsa brava remains (*Ipomoea asarifolia*) with layer 5 cm thick, with four repetitions, totaling 80 plots. At the beginning of flowering, samples were collected the third leaf of three central plants of each parcel and determination of the levels of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn in dry matter for assessment the nutritional status of culture. The reduction of Blade 100 irrigation for 50% of the evapotranspiration has undertaken the mineral composition of okra plants. The doses of organic matter stimulated the foliar levels of macro and micronutrients for plants, regardless of the level of irrigation and mulching on the soil isn't exerted significant effects on nutritional status of okra.

**KEYWORDS:** *Abelmoschus esculentus*. Foliar composition. Management of water in the soil.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) está em ascensão no Estado da Paraíba, em especial na mesorregião de Catolé do Rocha, sendo a sétima hortaliça mais consumida depois do tomate (*Lycopersicon esculentum* L), batata doce (*Ipomoea batatas* L), cebola (*Allium caepa*), batata (*Solanum tuberosum* L), pimentão (*Capsicum annuum* L), coentro (*Coriandrum sativum*), alface (*Lactuca sativa* L.) e, no mesmo nível de consumo, da abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), berinjela (*Solanum melongena* L.), e pepino (*Cucumis sativas* L.). A capacidade produtiva das hortaliças, em geral, depende do regime pluviométrico e da umidade do solo. Nesse sentido, a baixa pluviosidade no município proposto, inferior a 800 mm anuais, associada a constante irregularidade das chuvas são os fatores mais limitantes à obtenção de produtividades com viabilidade econômica das culturas em geral, inclusive do quiabeiro. Essa situação indica que o sistema produtivo das regiões semiáridas, como a do Alto Sertão paraibano, particularmente em Catolé do Rocha, PB, é seguramente dependente da irrigação. Esse quadro caracteriza o principal problema da agricultura não irrigada e irrigada no semiárido paraibano, especificamente na mesorregião de Catolé do Rocha, PB. Uma das alternativas para a manutenção da pequena propriedade permanecer produzindo nas áreas semiáridas é irrigar com volume menor de água, em relação ao sistema de irrigação convencional, mas sem que haja perdas elevadas dos rendimentos e da qualidade da produção obtida. Dentre as práticas, para reduzir as perdas hídricas por evaporação, a cobertura morta da superfície do solo com material vegetal ou plástico mantém o solo mais úmido, menos aquecido e reduz os efeitos das perdas hídricas por evaporação (TEÓFILO et al., 2012).

Essas inconveniências climáticas, o baixo teor de matéria orgânica dos solos, em geral, inferior a 1% na mesorregião de Catolé do Rocha, exige o suplemento anual de matéria orgânica, preferencialmente de origem animal pela disponibilidade e fácil aquisição. Esse insumo apesar do seu baixo conteúdo dos macronutrientes (CAVALCANTE et al., 2010) exerce ação benéfica na melhoria física e proporciona mudanças nas características físico-químicas do solo, como densidade, retenção de água, textura, estrutura, porosidade e condutibilidade térmica. Atua também aumentando a soma de bases trocáveis, além de promover uma ação quelante, evitando que alguns nutrientes necessários às plantas se insolubilizem. Apesar da importância que a adubação representa para as hortaliças, ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos no Brasil, avaliando a influência dos fertilizantes orgânicos e minerais sobre a qualidade do quiabeiro.

Também são limitadas as informações sobre a nutrição do quiabeiro citadas na literatura, sendo estas quase inexistentes no Brasil. No tocante à diagnose nutricional do quiabeiro, Cavalcante et al. (2010) constataram, no Estado da Paraíba, diferenças significativas entre os teores médios de macronutrientes em relação as fontes orgânicas.

O estudo teve como objetivo avaliar a composição mineral do quiabeiro em macronutrientes e micronutrientes em plantas irrigadas com lâminas de água equivalentes a 100 e 50% da evapotranspiração da cultura, no solo com matéria orgânica e cobertura morta com restos vegetais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campo durante o período de novembro/2013 a abril/2014, na Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Setor de Agroecologia, situado no município de Catolé do Rocha ( $6^{\circ}20'38''S$ ,  $37^{\circ}44'48''W$  e altitude de 270 m), Paraíba, Brasil. O clima da região é do tipo BSw'h', segundo classificação de Köppen, caracterizado por um semiárido quente, com duas estações distintas, uma chuvosa com precipitação irregular e outra sem precipitação. A precipitação média anual é de 800 mm, temperatura média de  $27^{\circ}C$  com período chuvoso concentrando-se entre os meses de fevereiro a abril. As variáveis climáticas no local do experimento foram obtidas na estação meteorológica da UEPB, Campus IV, foram: velocidade do vento ( $5570,32 \text{ m s}^{-1}$ ) temperatura do ar  $31^{\circ}C$ , do solo protegido com cobertura morta  $28^{\circ}C$  e descoberto  $35^{\circ}C$ , umidade relativa do ar 80% e pluviosidade 416 mm. O solo foi classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico (EMBRAPA, 2013) e nos primeiros 20 cm de profundidade apresenta 661, 213 e 126  $\text{g kg}^{-1}$  de areia, silte, argila, densidade do solo e de partículas: 1,51 e  $2,76 \text{ g cm}^{-3}$ , respectivamente, com porosidade total de 0,45  $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente. Capacidade de campo, ponto de murchamento permanente e água disponível 23,52; 7,35 e 16,17%, respectivamente. Quanto à caracterização química, o solo na mesma profundidade possuía:  $\text{pH} = 7,02$ ; P e K = 53 e 297  $\text{mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Na}^+ = 0,30$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 4,63$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 2,39$ ;  $\text{Al}_{3+} = 0,0$ ,  $\text{H}^+ = 0,0$  e  $\text{CTC} = 8,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente; saturação por bases  $V = 100\%$  e  $\text{MO} = 1,8\%$ , obtidos empregando as metodologias sugeridas por EMBRAPA (2011).

A semeadura foi feita no dia 15/11/2013, colocando cinco sementes por cova da cultivar Santa Cruz 47, efetuado o desbaste quando as plantas estavam com três folhas definitivas no dia 04/12/2013, mantendo-se apenas a planta mais vigorosa por cova. O espaçamento adotado foi de 1 m entre linhas e 0,4 m entre plantas. O delineamento

experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 x 2, referente a duas lâminas de água de irrigação de 100 e 50% da evapotranspiração da cultura, cinco doses de matéria orgânica no solo (1,8; 2,8; 3,8; 4,8 e 5,8%), com e sem cobertura morta foi utilizado restos vegetais de salsa (*Ipomoea asarifolia*) com camada de 5 cm de espessura, com quatro repetições, perfazendo 80 parcelas. Dessa forma, cada parcela representa um tratamento que foi constituído por três linhas com 3,2 m de comprimento e 2 m de largura, espaçadas de 1 m, com área 6,4 m<sup>2</sup>, Cada linha com nove plantas totalizando 27 plantas por parcela.

As covas foram abertas nas dimensões de 30 cm x 30 cm x 30 cm e foram preparadas com material de solo dos primeiros 30 cm, juntamente com esterco bovino (Tabela 1) de relação C/N de 18:1 nos respectivos valores para elevar o teor de matéria orgânica do solo de 1,8 para 2,8; 3,8; 4,8 e 5,8 % do teor de matéria orgânica do solo e com a dosagem de superfosfato simples de 16 g cova<sup>-1</sup> calculada de acordo com o teor existente no solo, conforme Ribeiro et al. (1999).

**Tabela 1.** Caracterização química das fontes de matéria orgânica.

pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	M.O	C/N
H <sub>2</sub> O	kg <sup>-1</sup>	.....mgdm <sup>-3</sup> .....	.....	.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	.....	.....	%	
8,47	21,26	924	503	8,30	3,17	14,4	66,66	18:1

M.O= Matéria orgânica do solo

A quantidade de matéria orgânica incorporada ao solo com densidade global de 1,51 g dm<sup>-1</sup> em covas com 27 L (27.000 cm<sup>3</sup>) e o teor de matéria orgânica do esterco bovino de 506 g kg<sup>-1</sup>.  $M = (DMA - DMOEX) Vc * Dg / TMOEB$  eq. 01

Onde, M= quantidade de matéria orgânica a ser aplicado por cova (g kg<sup>-1</sup>); DMA= Dose de matéria orgânica a ser elevada (g kg<sup>-1</sup>); DEMOX= Dose de matéria orgânica existente no solo (g kg<sup>-1</sup>); TMOEB = Teor de matéria orgânica existente no esterco bovino (g kg<sup>-1</sup>).

**Tabela 2.** Valores de cada dose de matéria orgânica aplicada às covas.

Doses de Matéria orgânica aplicada	Valores
(%)	g cova <sup>-1</sup>
1,8*	569,76*
2,8	886,30
3,8	1.772,61
4,8	2.658,92
5,8	3.545,22

\* Valor encontrado no solo

A adubação de formação e produção da cultura foi feita em função da análise do solo aos vinte, quarenta e sessenta dias após a semeadura. O nitrogênio foi fornecido na dose de 4g

cova<sup>-1</sup> oriundo do sulfato de amônio e o potássio oriundo de KCl ao nível de 3 g de cloreto de potássio, nas respectivas idades das plantas.

O suprimento hídrico das plantas foi feito com base na evapotranspiração da cultura-ETc, obtida do produto da evaporação de tanque classe “A” do dia anterior x 0,75 para quantificação da evapotranspiração de referência - ETo, em seguida multiplicada pelo coeficiente de cultura nos respectivos períodos, fornecendo-se através do método localizado com sistema por gotejamento com vazão 8,5 L h<sup>-1</sup>. O experimento foi dividido em duas áreas, correspondente a cada lâmina de irrigação, controlando o tempo de fornecimento de água por cronômetro e registros de passagem. O monitoramento da irrigação (MANTOVANI et al., 2009) foi da seguinte forma:

LLD = ETo X Kc; LLD = lâmina diária dia; ETo = Evapotranspiração de referência, em mm; Kc = Kc da cultura.

NDI= ETc\*AE(P/100); NDI = litros por planta dia, AE= espaçamento entre plantas

Vazão por planta (L/H/planta) = q\*(AP/AE) , q = vazão do emissor, AP = área da planta, AE = espaçamento entre plantas tempo de irrigação (L/H/planta)= NID\*(7/J)/Q; J= jornada de trabalho semanal, Q= vazão por planta

No início da floração, aos 65 dias após a semeadura, foi colhida a terceira folha de três plantas centrais de cada parcela para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, , B, Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca para avaliação do estado nutricional da cultura (FILGUEIRA, 2007), adotando as metodologias contidas em Malavolta et al. (1997). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e por regressão polinomial (FERREIRA, 2000).

Avaliaram-se os teores nutricionais no momento do florescimento, objetivando verificar alguma deficiência que pudesse comprometer o desenvolvimento da produção, uma vez que informações técnicas e científicas a esse respeito no quiabeiro são ainda pouco frequentes na literatura brasileira e mundial.

A cobertura morta do solo com 5 cm de espessura da área da projeção da copa das plantas não afetou significativamente a composição mineral do quiabeiro. O espaçamento 1 x 0,4 m proporcionou fechamento de toda área, aos 40 dias após a semeadura (DAS), interceptando a radiação solar, conseqüentemente proporcionando menor evapotranspiração, afetando diretamente o efeito da cobertura do solo (Tabela 3).

A composição mineral do quiabeiro respondeu significativamente aos tratamentos referentes aos níveis de matéria orgânica e água no solo, excetuando os teores de enxofre (S) e boro (B) para os tratamentos com lâminas de irrigação. Houve efeito significativo da

interação tripla: Matéria orgânica, lâminas e cobertura morta para os teores N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Fe, indicando dependências dos fatores (Tabela 3).

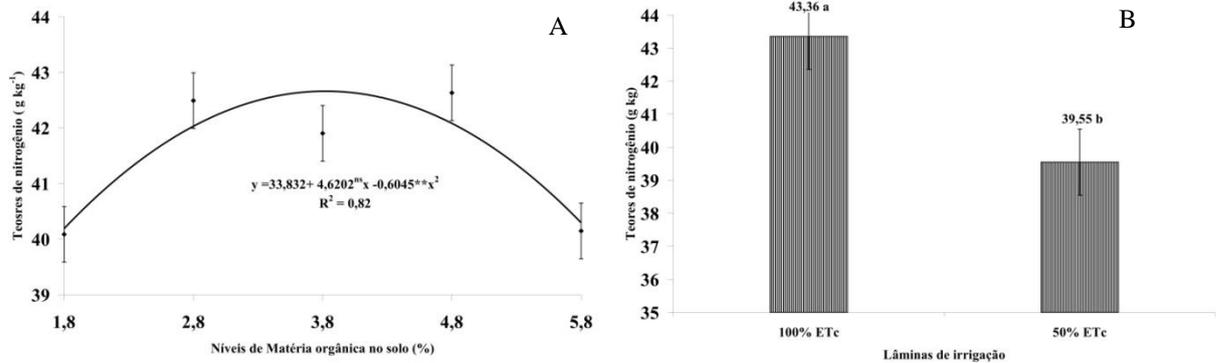
**Tabela 3-** Resumo das análises de variância referente às variáveis: Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Ferro (Fe) e Boro (B) em folhas de quiabeiro variedade Santa Cruz, quando submetidos a níveis crescente de matéria orgânica no solo, duas lâminas de água, com e sem cobertura morta. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio											
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	Fe	B	
Blocos	3	ns	ns	Ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Matéria Orgânica (MO) (1)	4	*	*	*	**	*	**	*	**	*	**	*	*
Cobertura Morta (CM) (3)	1	ns	ns	Ns	ns	*	ns	*	ns	**	**	**	ns
Lâminas (L) (2)	1	**	**	*	**	*	ns	**	**	**	**	**	ns
MO*CM	4	ns	*	**	ns	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	ns
MO*L	4	ns	ns	Ns	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns	**
CM*L	1	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MO*CM*L	4	ns	*	**	*	*	ns	**	ns	*	*	*	ns
Resíduo	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		7,42	7,43	10,07	6,89	7,81	8,52	12,32	17,92	23,48	35,04	8,71	
		.....g kg <sup>-1</sup> .....					.....mg kg <sup>-1</sup> .....						
Média Geral		41,45	3,54	19,40	24,60	6,12	2,05	39,34	10,22	96,08	117,04	46,94	

O aumento das doses de matéria orgânica estimulou a acumulação de nitrogênio na matéria seca foliar do quiabeiro até o maior valor de 42,11 g kg<sup>-1</sup> na dose máxima estimada de 3,82% do insumo. As fertilizações com doses maiores comprometeu a absorção dos macronutrientes (Figura 1 A). Ao considerar que o solo possuía nível médio de matéria orgânica de 1,8% = 18 k kg<sup>-1</sup>, antes da instalação do experimento, constata-se a necessidade da manutenção do solo em nível de médio para alto, para uma nutrição equilibrada de nitrogênio à cultura. A ação positiva do esterco bovino no teor foliar de nitrogênio é devida a matéria orgânica ser fonte de nitrogênio e proporcionar melhoria na velocidade de infiltração de água no solo (SILVA et al., 2012). Nessas condições, o insumo contribui com suprimento de N às exigências nutricionais da cultura e, com efeito, ao incremento da produção (PEREIRA & MELLO, 2002; SANTOS et al., 2015).

A redução da lâmina de irrigação de 100 para 50% ETc resultou na perda de acumulação foliar de nitrogênio no início da floração da plantas 43,36 para 39,55 g kg<sup>-1</sup>, resultando numa perda de 8,8% (Figura 1 B). A superioridade é resposta do solo mais úmido,

quando irrigado com a maior lâmina de água resultando em maior área de contato do íon N com a superfície das raízes. Esta situação está coerente com Prado (2008), ao afirmar que o movimento dos nutrientes no solo é maior sob condições hídricas adequadas, isto é, disponibilidade em nível suficiente às plantas.



**Figura 1.** Teor de nitrogênio nas folhas do quiabeiro, em função das doses de matéria orgânica (A) e lâminas de água de irrigação (B).

Independentemente do solo com e sem cobertura os maiores teores foliares de fósforo foram registradas nas plantas irrigadas com a maior lâmina de água (Figura 2).

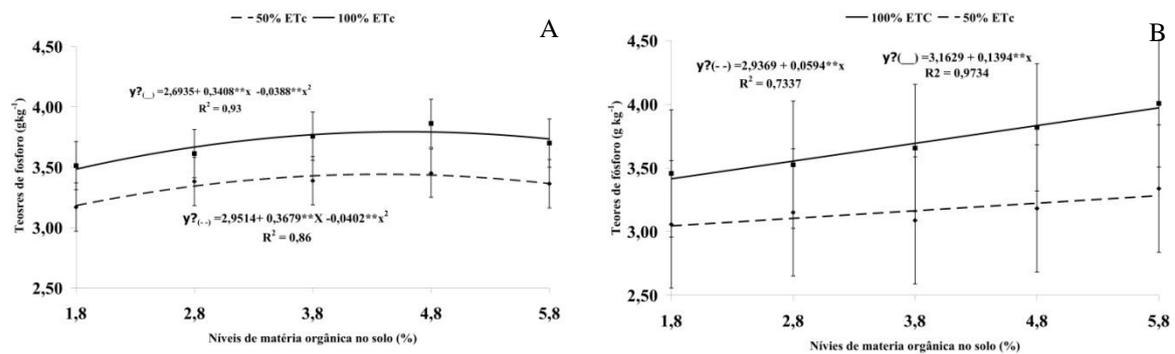
Nos tratamentos com cobertura morta (Figura 2 A), os maiores teores de P foram 3,79 e 3,44 g kg<sup>-1</sup> referentes às doses máximas estimadas de 4,58 e 4,38% nas plantas com lâminas de irrigação de 100 e 50% da evapotranspiração da cultura. Percebe-se que a diferença na redução do fornecimento de água de 100 para 50% ETC resultou numa perda da acumulação foliar de P superior a 9%.

Nas plantas do solo sem cobertura morta as doses de matéria orgânica elevaram linearmente os teores foliares de fósforo, aos níveis de 0,1394 e 0,0594 g kg<sup>-1</sup> por aumento unitário de matéria orgânica fornecida (Figura 2B). Os maiores teores foram 3,97 e 3,22 g kg<sup>-1</sup> nos tratamentos com as maiores doses do insumo orgânico nas plantas irrigadas com lâminas de água relativas a 100 e 50% ETC. Assim como registrado também nas plantas do solo com cobertura a redução do fornecimento de água de 100 para 50% ETC resultou numa perda de acumulação de P de 18,9%.

Comparativamente, a maior perda nas plantas do solo sem cobertura morta evidencia a proteção do solo irrigado em reduzir as perdas hídricas por evaporação mantendo o solo mais úmido e menos aquecido. Os resultados corroboram com Medeiros et al. (2005), ao constatarem aumento dos teores de N e P na parte aérea de plantas de arroz, em função do aumento do conteúdo de água no solo. Na maioria dos casos, teores adequados de umidade do solo e plantas adequadamente nutridas expressam maior eficiência fotossintética com maiores taxas de respiração e transpiração, e maior energia para vencer a resistência à

penetração das raízes no solo (HOFFMANN & JUNGK, 1995; STONE et al., 2002), resultando na maior absorção dos nutrientes, em geral, inclusive fósforo.

A ação benéfica da matéria orgânica do solo no acúmulo do teor de fósforo nas folhas do quiabeiro estar também relacionado com a mineralização da matéria orgânica. Durante a decomposição parte das substâncias húmicas se destina à biomassa microbiana que mesmo não sendo expressivamente alta exerce elevada taxa de reciclagem, tornando-se importante reservatório de P do solo às plantas.



**Figura 2.** Teores de fósforo nas folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica, irrigação com 100% (—) e 50% ETc (---), no solo com (A) e sem cobertura morta no solo (B). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

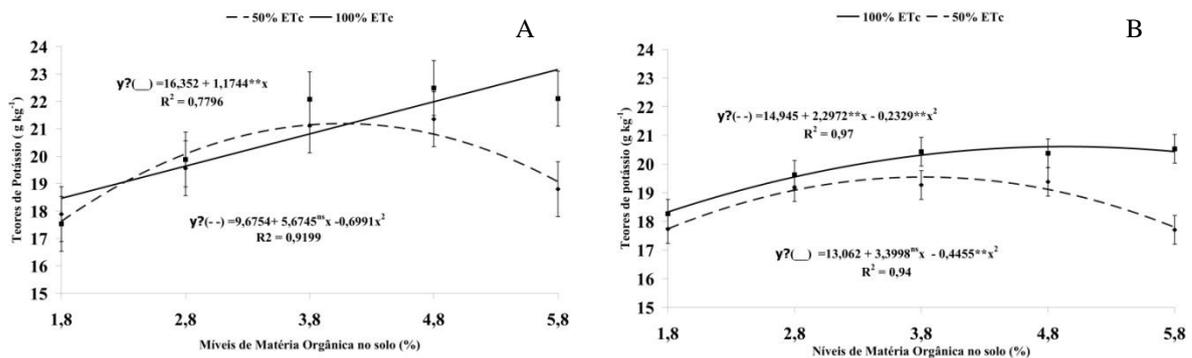
Nas plantas do solo com cobertura morta, irrigadas com lâmina de água correspondente a 100% da ETc, os teores de potássio aumentaram linearmente em 1,7444 g kg<sup>-1</sup> de K<sup>+</sup> por aumento unitário do insumo orgânico aplicado, com o maior valor de 23,16 g kg<sup>-1</sup> na maior dose fornecida. Nas mesmas condições de cobertura, as plantas tratadas com lâminas de irrigação de 50% da ETc tiveram os teores de potássio foliares elevados até o valor máximo 21,11 g kg<sup>-1</sup> na dose máxima estimada de 4,1% de matéria orgânica aplicada ao solo (Figura 3A). Nas plantas dos tratamentos sem cobertura morta, o aumento da matéria orgânica estimulou a acumulação foliar de potássio até os valores de 20,61 e 19,53 g kg<sup>-1</sup>, nos níveis máximos de 3,82 e 4,88% de matéria orgânica no solo, respectivamente entre as plantas irrigadas com as lâminas de 100 e 50% da evapotranspiração da cultura (Figura 3 B).

Ao relacionar os maiores valores de 21,11 e 23,16 g kg<sup>-1</sup> (Figura 3 A) e de 19,53 e 20,61 g kg<sup>-1</sup> (Figura 3 B) entre as plantas irrigadas com lâminas de 50% e 100% da ETc percebe-se que a redução foi de 8,7 e de 5,2% entre as plantas do solo com e sem cobertura morta.

Comparativamente com o fósforo, os dados do potássio indicam comportamento idêntico entre as plantas irrigadas com a lâmina de 50% da ETc, mas diferenciado entre os do solo sem e com cobertura morta. A maior perda percentual de 18,9% do teor foliar de fósforo

ocorreu nas plantas do solo sem cobertura morta e a maior perda de potássio (8,7%) nas plantas do solo protegido contra as perdas por evaporação.

Os resultados de 19,53 e 20,61, 21,11 e 23,16 g kg<sup>-1</sup> são inferiores aos apresentados por Cavalcante et al. (2010) e Santos (2013), na dose de 15% de esterco bovino e valores médios da matéria seca de frutos para consumo em cinco regiões do Estado da Bahia, respectivamente.

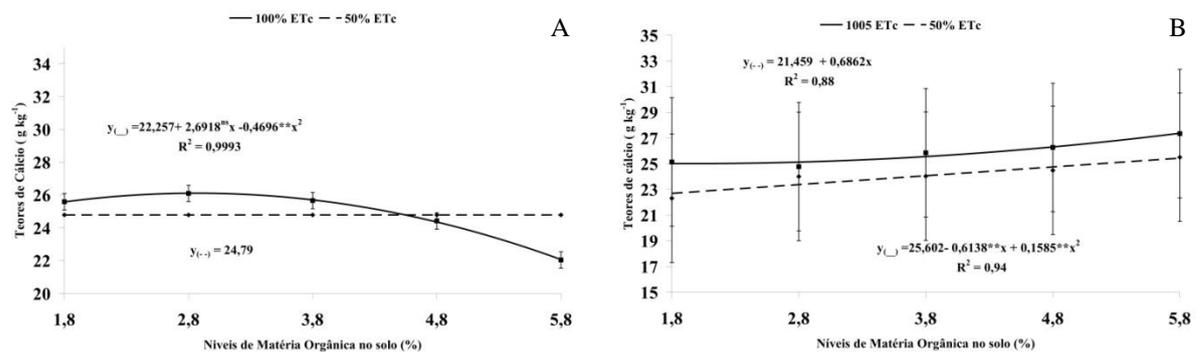


**Figura 3.** Teor de potássio matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, com (A) e sem cobertura morta no solo (B), irrigado com 100% (\_\_\_) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

No solo com cobertura morta, e irrigação com lâmina de água referente a 100% ETc, os níveis de matéria orgânica fornecidos elevaram os teores foliares de Ca<sup>2+</sup> nas plantas para até 26,11 g kg<sup>-1</sup> correspondente a dose estimada de 2,86% do adubo orgânico. No entanto, nas plantas sob irrigação com 50% da ETc os teores não se ajustaram a nenhum modelo matemático, por isso foram representados pela média de 24,79 g kg<sup>-1</sup>. Pela relação dos respectivos valores verifica-se que a redução da lâmina de irrigação de 100 para 50% da ETc provocou um declínio de 5,1% na acumulação foliar de fósforo pelo quiabeiro (Figura 4 A).

Nas plantas do solo sem cobertura morta os teores de cálcio foram elevados linearmente com as doses de matéria orgânica independentemente de irrigadas com 50 ou 100% da evapotranspiração da cultura (Figura 4 B). O nível de 5,8% de matéria orgânica no solo foi responsável pelos maiores teores na matéria seca de folhas do quiabeiro com médias de 27,38 e 25,43 g kg<sup>-1</sup>, sem cobertura morta sob a superfície do solo, irrigando as plantas com 100% e 50% ETc, respectivamente. O efeito benéfico da matéria orgânica pode estar relacionado à melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando à disponibilidade de cálcio as plantas, fato confirmado por Lopes e Guilherme (2007). Esses resultados divergem de Cavalcante et al. (2010) ao observarem decréscimo do teor de cálcio na matéria seca de folhas do quiabeiro com aumento da dose de esterco bovino.

Comparativamente, as plantas formadas sem stress hídrico, independentemente da cobertura do solo, apresentaram maiores teores N, P, K e Ca na matéria seca das folhas do quiabeiro em relação aos mesmos tratamentos sob deficiência hídrica no solo. O contato íons - raiz ocorre de forma diferente para os nutrientes sendo N, Ca e Mg por fluxo de massa, enquanto P e K por difusão. Independente da forma como ocorre o contato íon raiz, este deve ser encontrado na solução do solo para que ocorra absorção. Uma explicação pode ser que contato do íon – raiz ocorre de forma diferente para os nutrientes, sendo N e Ca fornecidos por fluxo de massa, enquanto que P e K por difusão. Independentemente de contato do íon com a raiz, os elementos devem estar presentes na solução do solo para que ocorra a absorção pelas as plantas (MAUAD et al., 2011). Diante disto, pode ser que a diminuição dos teores de N e Ca fornecidos por fluxo de massa foi devido à redução do conteúdo de água do solo. Por outro lado, para P e K, o decréscimo nos teores sob aumento da tensão é explicada pelo fato da redução da umidade do solo diminuir a espessura do filme de água, aumentando à tortuosidade, com isso dificultando a difusão (STONE, 1985).

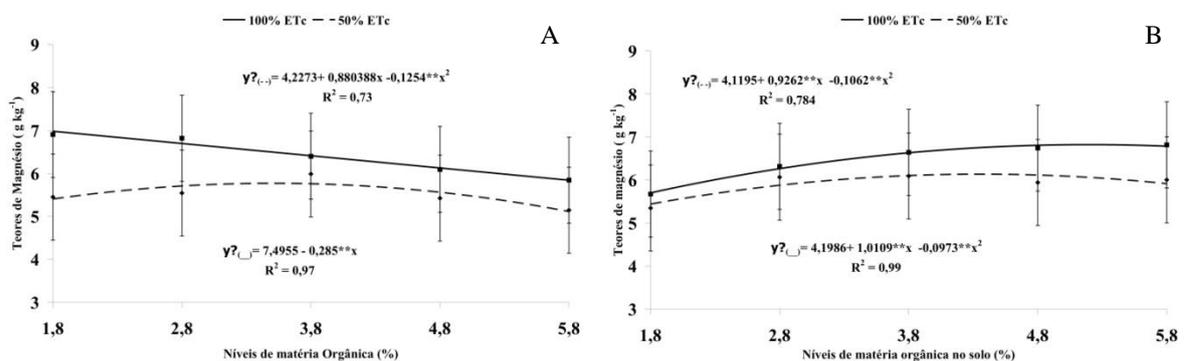


**Figura 4.** Teor de cálcio na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, com (A) e sem cobertura morta no solo (B), irrigado com 100% (—) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

No solo com cobertura morta, os teores foliares de  $Mg^{2+}$  decresceram linearmente com os níveis de matéria orgânica nas plantas irrigadas com 100% da ETc. A redução de  $0,285 \text{ g kg}^{-1}$  para cada aumento unitário do insumo orgânico, correspondente ao declínio de  $6,98$  para  $5,84 \text{ g kg}^{-1}$  e perda de  $16,3\%$  entre as plantas do solo com  $1,8$  e  $5,8\%$  de matéria orgânica. Nas plantas dos mesmos tratamentos, irrigadas com lâmina de água de  $50\%$  ETc, os teores de  $Mg^{2+}$  cresceram em função da matéria orgânica até o maior valor de  $5,77 \text{ g kg}^{-1}$ , no nível máximo estimado de  $3,51\%$  (Figura 5 A). Estes resultados, em parte, divergem dos obtidos por Cavalcante et al. (2010) ao registrarem aumento do teor Mg na matéria seca das folhas de quiabeiro com o incremento de fontes orgânicas no solo.

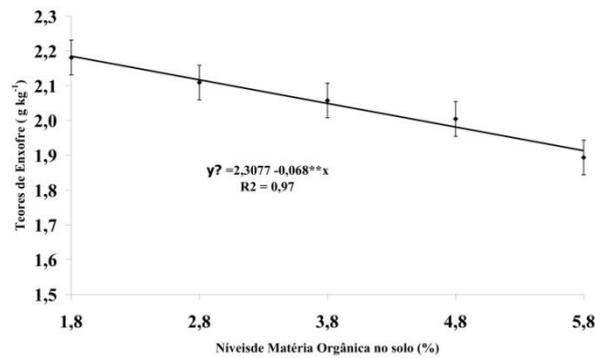
No solo sem cobertura morta (Figura 5 B), o aumento dos níveis de matéria orgânica no solo elevou o conteúdo de magnésio na matéria seca foliar das plantas para até 6,82 e 6,14 g kg<sup>-1</sup> de matéria correspondente às doses estimadas 4,32 e 5,32% nas plantas irrigadas com 100% e 50% da ETc. De modo geral, a matéria orgânica influenciou absorção de Mg<sup>2+</sup> pelas plantas, corroborando com Malavolta (1989), que a matéria orgânica diminui as perdas desse macronutriente por lixiviação, aumentando a disponibilidade às plantas, como concluído também por Souza et al. (2005), em plantas de alface.

Pela relação dos maiores teores entre as plantas irrigadas com lâminas de 50 e 100% ETc 5,77 e 6,98 g kg<sup>-1</sup>, 6,14 e 6,82 g kg<sup>-1</sup> registram-se perdas de 17,3 e 10,0% entre os tratamentos com e sem cobertura morta do solo.



**Figura 5.** Teor de magnésio na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, com (A) e sem cobertura morta no solo (B), irrigado com 100% ETc (—) e 50% ETc (---). UEPPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

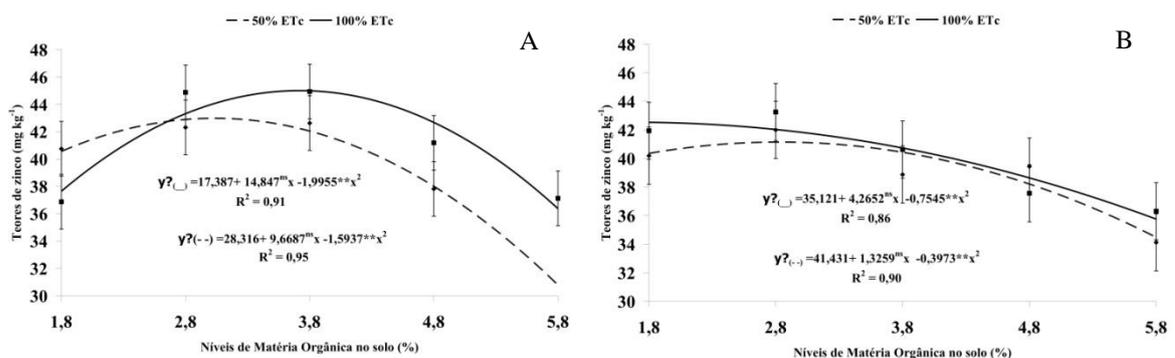
Dentre os macronutrientes o enxofre foi o único cujos teores foliares do quiabeiro responderam apenas aos níveis de matéria orgânica no solo (Tabela 3). Conforme a Figura 6 o aumento dos níveis de matéria orgânica adicionada ao solo comprometeu a acumulação de S na matéria seca foliar das plantas, em nível de 0,068 g kg<sup>-1</sup> por incremento unitário do insumo orgânico aplicado. Os valores diminuíram de 2,18 para 1,91 g kg<sup>-1</sup> provocando uma redução de 12,4% entre as plantas tratadas com 1,8 e 5,8% respectivamente. Os valores oscilaram entre e se situam nos limites inferiores às exigências da maioria das plantas hortícolas e frutíferas (MALAVOLTA et al., 1997). Essa redução pode estar relacionada ao predomínio da fração areia no solo e ao aumento da matéria orgânica, rica em cargas negativas e pH dependentes, contribui para a repulsão do íon sulfato, fato confirmado por Nogueira e Melo (2003), que encontraram menores teores de enxofre na camada de 0-20 cm do solo em comparação à profundidade de 0-40 cm, após a realização da calagem.



**Figura 6.** Teor de enxofre na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo. UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

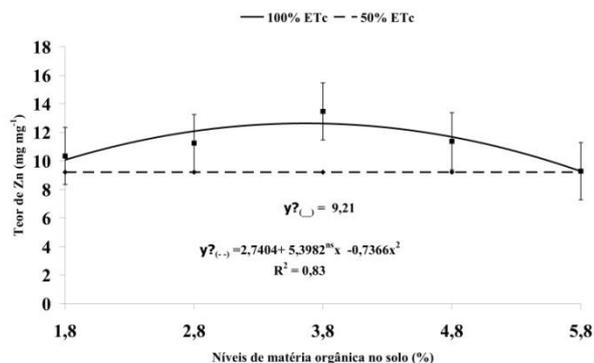
Com base nos teores foliares obtidos a ordem decrescente dos macronutrientes nas plantas no início do florescimento foi: N > Ca > K > Mg > P > S, sequência também apresentada por Cavalcante et al. (2010).

No solo com cobertura morta, os maiores teores de Zn na matéria seca das folhas de quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica, foram 45,01 e 37,59 mg kg<sup>-1</sup>, nos níveis de 3,71 e 3,03% do insumo orgânico fornecido nas irrigadas com lâminas de água correspondentes a 100% e 50% ETc (Figura 7 A). Esses resultados indicam que, ao reduzir a lâmina de irrigação de 100 para 50% da ETc, as plantas sofrem um declínio na acumulação foliar de zinco de 18,32% e evidenciam também o prejuízo resultante do déficit hídrico no solo à cultura mesmo sob condição do solo protegido com cobertura morta das perdas de água por evaporação. No solo sem cobertura morta, os aumentos da matéria orgânica elevaram os teores de zinco nas folhas até 41,15 e 40,11 mg kg<sup>-1</sup>, nos níveis estimados do insumo de 2,82 e 1,65% respectivamente, nas plantas irrigadas com 100% e 50% da ETc, resultando numa perda de 2,52% nas plantas irrigadas com a menor lâmina de água de irrigação (Figura 7 B).



**Figura 7.** Teor de zinco na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, com (A) e sem cobertura morta (B), irrigado com 100% (\_\_\_) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

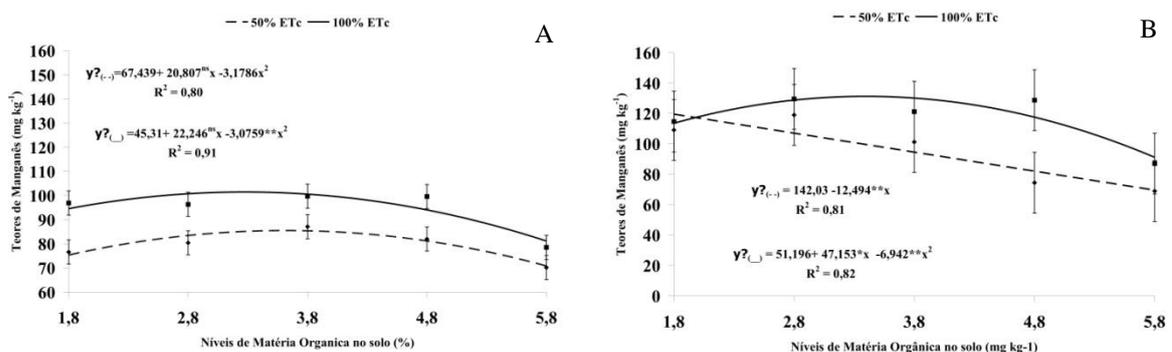
O teor de Cu na matéria seca das folhas de quiabeiro nas plantas irrigadas com 100% ETc aumentou com os níveis de matéria orgânica atingindo o maior valor de  $12,37 \text{ mg kg}^{-1}$ , no nível estimado de 3,67% do fertilizante orgânico. Nas plantas dos mesmos tratamentos, submetidas à irrigação com lâmina de água de 50% da ETc, os dados não se adequaram a nenhum modelo de regressão com média de  $9,21 \text{ mg kg}^{-1}$  (Figura 8). Comparativamente, observa-se uma perda de 25,55% no teor de Cu acumulado nas folhas das plantas irrigadas com 50% da ETc em relação às cultivadas sob irrigação com 100% da ETc. Essa situação, evidencia que a cultura sob deficiência de água no solo, principalmente, no período de maior temperatura do ar, as folhas murcham resultando na diminuição da taxa de transpiração e com efeito em menor absorção de água e nutrientes essenciais contidos na solução do solo. Apesar desse declínio, os resultados estão em conflito com os obtidos por Pulz et al. (2008) que não registraram diferença estatística entre os teores de Cu em folhas de arroz cultivado no solo com e sem deficiência hídrica.



**Figura 8.** Teor de cobre na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, irrigado com 100% (\_\_\_) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

As plantas de quiabeiro, independentemente do solo com ou sem cobertura morta, acumularam menos manganês na matéria seca das folhas quando cultivadas sob irrigação com a menor lâmina de água (Figura 9). No solo com cobertura morta, a acumulação foliar de Mn cresceu até os teores de 101,48 e 85,53  $\text{mg kg}^{-1}$  referentes às doses máximas do insumo orgânico de 3,27 e 3,61%, nas plantas do solo protegido das perdas hídricas por evaporação irrigadas com lâminas de 100 e

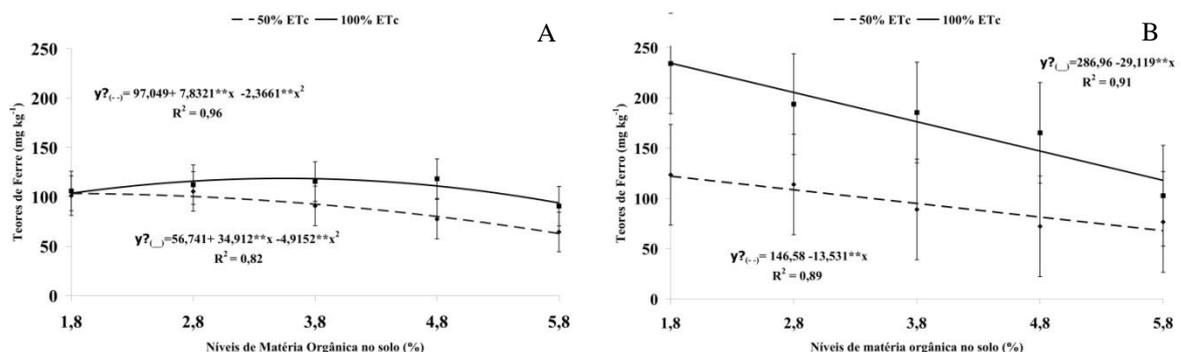
50% da ETc (Figura 9 A). No solo sem cobertura morta, o aumento da matéria orgânica inibiu linearmente os teores foliares de manganês em  $12,494 \text{ mg kg}^{-1}$ , com redução de  $119,54$  para  $69,56 \text{ mg kg}^{-1}$  equivalente a uma perda de  $41,81\%$  nas plantas irrigadas com 50% da evapotranspiração da cultura. Nas mesmas condições, o aumento da matéria orgânica estimulou os teores de Mn até o maior valor de  $131,27 \text{ mg kg}^{-1}$  no nível máximo estimado de  $3,39\%$  nas plantas irrigadas com a lâmina de  $100\% \text{ ETc}$  (Figura 9 B). Em ambas as situações do solo com e sem cobertura morta à redução da lâmina de água de irrigação reduziu os teores foliares do micronutriente acumulados. Esses resultados mostram que o quiabeiro é dependente de um manejo correto da irrigação, sendo, portanto sensível ao déficit hídrico. As reduções dos teores dos macronutrientes e micronutrientes devem resultar em perdas de produtividade. Outro fator importante é ressaltar que durante a condução do experimento foi registrado  $416 \text{ mm}$ , mesmo assim, houve efeito significativo na composição mineral do quiabeiro, possivelmente devido à irregularidade das chuvas, reforçando a hipótese que na região semiárida necessita do manejo da irrigação para máximas produções das culturas, principalmente as olerícolas.



**Figura 9.** Teor de manganês na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica, no solo com (A) e sem cobertura morta (B), irrigado com 100 (—) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

O aumento da matéria orgânica, no solo com cobertura morta, elevou os teores foliares acumulados de ferro no quiabeiro irrigado com 100% ETc até o maior valor de 118,73 mg kg<sup>-1</sup> no nível máximo estimado de 3,55 do adubo orgânico. Nas mesmas condições, a irrigação com a menor lâmina de água provocou decréscimos nos teores de ferro de 103,53 para 100,43, 92,64, 80,13 e 62,87 mg kg<sup>-1</sup> entre as plantas dos tratamentos com 1,8, 2,8, 3,8, 4,8 e 5,8% de matéria orgânica. Essa redução resultou num declínio de 39,24% entre as plantas do solo com a menor e a maior dose de matéria orgânica (Figura 10 A).

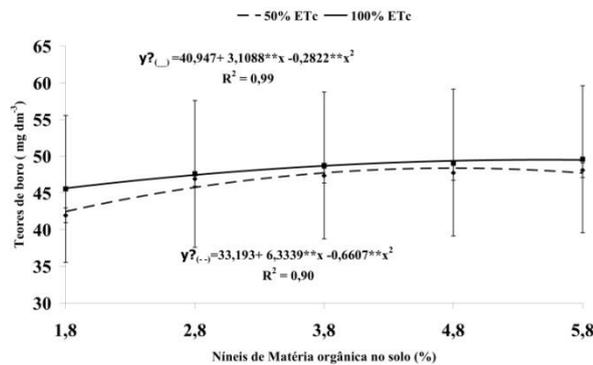
No solo sem cobertura, o aumento da adição da matéria orgânica inibiu os teores de ferro na matéria seca foliar do quiabeiro (Figura 10 B). Os valores diminuíram de 234,55 para 118,07 mg kg<sup>-1</sup> e de 122,24 para 68,11 mg kg<sup>-1</sup> entre plantas irrigadas com 100 e 50% da ETc no solo com 1,8 e 5,8% do insumo orgânico, respectivamente. Esses declínios induziram perdas de 49,66 e 44,28% referentes as doses mínima e máxima respectivamente. Os resultados divergem de Carvalho et al. (2001) que não observaram redução do teor de Cu e Fe nas folhas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. As reduções observadas podem ser respostas de outros íons no solo como P, Mn e Zn que exercem competição com ferro (PRADO, 2008).



**Figura 10.** Teor de ferro na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo com (A) e sem cobertura morta (B), irrigado com 100 (—) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

A acumulação foliar de boro (Figura 11) cresceu, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, até os maiores valores de, 49,51 e 48,37 mg kg<sup>-1</sup> nos níveis máximos estimados do insumo orgânico de 5,51 e 4,79 % e redução de 2,3% nos teores de boro entre as plantas cultivadas sob irrigação com lâminas de 100 e 50% da evapotranspiração da cultura. Dentre as plantas alimentícias de consumo direto pelo homem, a exemplo do quiabo, estudos

têm sido difundidos realizados como meta para obtenção e caracterização de genótipos com maior teor de Fe, como medida à saúde pública (PRADO, 2008).



**Figura 11.** Teor de boro na matéria seca das folhas do quiabeiro, em função dos níveis de matéria orgânica no solo, irrigado com 100 (—) e 50% ETc (---). UEPB, Catolé do Rocha – PB, 2014.

Pelos teores, a ordem dos micronutrientes na matéria seca das folhas do quiabeiro no início do florescimento das plantas obedeceu decrescente: Fe > Mn > B > Zn > Cu, essa ordem difere da observada por Santos (2013) na matéria seca de frutos de quiabeiro para consumo: Zn > Fe > Mn > Cu.

#### 4 CONCLUSÕES

Os teores foliares de macro e micronutrientes no quiabeiro foram maiores nas plantas irrigadas com lâminas de 100%, em relação às cultivadas com 50% da evapotranspiração da cultura;

A matéria orgânica foi mais eficiente que a cobertura morta na composição mineral foliar do quiabeiro;

A cobertura morta do solo não interferiu no estado nutricional do quiabeiro;

## 5 REFERÊNCIAS

CARVALHO, A.C.; MARTINS, D.P.; MONNERAT, P.H.; BERNARDO, S.; SILVA, J.A. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 403-408, 2001

CAVALCANTE, L.F.; DINIZ, A.A.; SANTOS, L.C.F.; REBEQUI, A.M.; NUNES, J.C.; BREHM, M.A.S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 19-28, 2010

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132).

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: UFAL, 2000. 604 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**- agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª edição. Viçosa: Editora UFV, 421p, 2007

HOFFMANN, C.; JUNGK, A. Growth and phosphorus supply of sugar beet as affected by soil compaction and water tension. **Plant and Soil**, Dodrecht, v. 176, n. 1, p. 15-25, Sept. 1995.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. C.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 1, p. 1-64.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201 p.

MANTOVANI, E.CH.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação**: Princípios e métodos. Viçosa: UFV, 2009, 355 p.

MAUAD, M.; CRUSCIL, A.C.; GRASSI FILHO, H. Produção de massa seca e nutrição de cultivares de arroz de terras altas sob condição de déficit hídrico e adubação silicatada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 939-948, 2011.

NOGUEIRA, M.A.; MELO, W.J. Sulphur availability to soybean and arilsulphatase activity in a soil treated with phosphogypsum. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 655-663, 2003.

PEREIRA, H. S.; MELLO, S. C. Aplicação de fertilizantes foliares na nutrição e produção do pimentão e do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 597-600, 2002.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008, 407 p.

PULZ, A.L.; CRUSCIOL, C.A.C.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1651-1659, 2008

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRETAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.306. 2006

SANTOS, I. F. **Determinação e avaliação quimiométrica da composição mineral do *abelmoschus esculentus* L comercializados na cidade de salvador**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestre em química) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SANTOS, L. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; CURVELO, C. R. S.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUSA, G. G. Crescimento vegetativo e produtivo do quiabeiro sob fontes e doses de matéria orgânica. **Anais do CPG em Manejo de Solo e Água**, Areia, v. 27, p. 40 - 52, 2005.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 253-257, 2012.

SOUZA, P.A.; NEGREIROS, M.Z.; MENEZES, J.B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G.L.F.M.; CARNEIRO, C.R.; QUEIROGA, R.C.F. Características químicas de folhas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 754 – 757, 2005

STONE, L. F. Absorção de P, K, Mg, Ca e S por arroz, influenciada pela deficiência hídrica, vermiculita e cultivar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 11, p. 1251-1258, 1985.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds). **Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, 359 p. 1999.

TEÓFILO, T.M.S.; FREITAS, F.C.L.; MEDEIROS, J.F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L.C; TOMAZ, H.V.Q.; RODRIGUES, A.P.M.S. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.3, p.547-556, 2012.