

PRODUTIVIDADE DE QUIABO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E ESTRESSE SALINO

Elizeu Matos da Cruz Filho¹, Francisco Hermeson Rodrigues Costa², Francisco Barroso da Silva Junior³, Fernanda da Silva Abreu⁴, Fred Denilson Barbosa da Silva⁵, Geocleber Gomes de Sousa⁶

RESUMO: A adubação fosfatada poderá mitigar os efeitos deletérios da irrigação com águas salinas nas diferentes fases de cultivo do quiabo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os componentes de produção e a produtividade do quiabo sob o uso cíclico de água de menor e maior salinidade em diferentes estágios fenológicos associados a doses de adubação fosfatada. O experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Mudas, na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro estratégias de irrigação com água de menor salinidade ($A1=0,3 \text{ dS m}^{-1}$) e maior salinidade ($A2=2,0 \text{ dS m}^{-1}$) aplicada em diferentes estágios fenológicos da cultura. Já para o segundo fator correspondeu às aplicações de três doses de adubos fosfatados ($0, 50 \text{ e } 100 \text{ kg ha}^{-1}$). Não houve efeitos da salinidade da água de irrigação utilizada ciclicamente. A adubação fosfatada com $50 \text{ e } 100 \text{ kg ha}^{-1}$ apresenta maior eficiência no desempenho do quiabo para as variáveis número de frutos, massa do fruto e a produtividade, sendo recomendada a dose de 50 kg ha^{-1} .

PALAVRAS-CHAVE: *Abelmoschus esculentus* L., Fósforo, Salinidade

OKRA PRODUCTIVITY AS A FUNCTION OF PHOSPHATE FERTILIZATION AND SALINE STRESS

ABSTRACT: Phosphate fertilization can mitigate the harmful effects of irrigation with saline water in the different stages of okra cultivation. This study aimed to evaluate the production

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE. Fone: (85) 992511257. E-mail: elizeu.cruz9@gmail.com

² Graduando em Agronomia, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: hermesonrc@gmail.com

³ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: juniorbarroso_99@hotmail.com

⁴ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: fermanadasilva1978@hotmail.com

⁵ Prof. Doutor, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: freddenilson@unilab.edu.br

⁶ Prof. Doutor, IDR/UNILAB, Redenção – CE. E-mail: sousagg@unilab.edu.br

components and productivity of okra under the cyclical use of water with lower and higher salinity at different phenological stages associated with doses of phosphate fertilization. The experiment was conducted at the Seedling Production Unit, at the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony. The experimental design used was completely randomized, in a 4 x 3 factorial scheme, with four irrigation strategies with lower salinity (A1=0.3 dS m⁻¹) and higher salinity (A2=2.0 dS m⁻¹) water applied at different phenological stages of the crop. For the second factor, it corresponded to the applications of three doses of phosphate fertilizers (0, 50 and 100 kg ha⁻¹). There were no effects of the salinity of irrigation water used cyclically. Phosphate fertilization with 50 and 100 kg ha⁻¹ shows greater efficiency in the performance of okra for the variables number of fruits, fruit mass and yield, with a dose of 50 kg ha⁻¹ being recommended.

KEYWORDS: *Abelmoschus esculentus* L., Phosphor, Salinity

INTRODUÇÃO

O quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) é uma olerícola de origem africana, pertencente à família das Malváceas, caracterizada como planta anual e arbustiva, com crescimento indeterminado e amadurecimento dos frutos de forma sequencial (FILGUEIRA, 2012). O Brasil produziu no ano de 2017 cerca de 128.460 toneladas de frutos de quiabo, sendo a região Sudeste e Nordeste as maiores produtoras (IBGE, 2018).

No que diz respeito a precipitação pluviométrica, o semiárido brasileiro é caracterizado pela sazonalidade e má distribuição das chuvas com altos fluxos de evapotranspiração, que favorece a concentração de solutos nas fontes hídricas superficiais, acarretando um processo de salinização do solo, limitando o rendimento das culturas agrícolas (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012).

Esse fator limitante pode estar associado principalmente a redução da disponibilidade de água para as plantas com relação à diminuição do potencial osmótico da solução do solo e por distúrbios de natureza iônica e desequilíbrio nutricional (FILIPPOU, 2014; SYVERTSEN & GARCIA SANCHEZ, 2014).

Segundo Maas (1984), o quiabeiro é considerado sensível ao estresse salino com salinidade limiar inferior a 1,3 dS m⁻¹. Nesse sentido, devido a cultura do quiabo ser exigente em água, o que faz necessário o uso da irrigação, torna-se necessária estratégias de manejo da irrigação com águas de qualidade inferior para otimizar a produção.

Entre as estratégias de uso, Ayers & Westcot (1999) mencionam que as plantas podem apresentar níveis de tolerância diferentes quanto ao estágio fenológico, e o uso cíclico de água pode ser uma alternativa para identificar fases tolerantes aos efeitos dos sais.

Uma alternativa para mitigar o estresse salino é a adubação mineral industrializada através do fornecimento artificial dos macronutrientes. Dentre estes, o fósforo pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, por aumentar o número de unidades estruturais das raízes, flores e fruto e, conseqüentemente, a produtividade das culturas agrícolas.

De acordo com Lima et al. (2020) estudos com fertilização fosfatada em plantas sob estresse salino ainda são incipientes em comparação com aqueles com fertilização com nitrogênio, mas alguns estudos relatam a ação mitigadora do fósforo em plantas sob estresse salino como o de Oliveira et al. (2010) na cultura do rabanete e Sá (2016) na cultura do feijão-caupi.

Para tanto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do uso cíclico de água de maior e menor teor salino em diferentes estágios fenológicos, associados à diferentes níveis de adubação fosfatada nos componentes de produção do quiabo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a pleno sol, no período de julho a novembro de 2020, na Unidade de Produção de Mudas dos Auroras, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), situada no município de Redenção- CE, sob coordenadas geográficas 04°14'53" S e 38°45'10" W, com altitude média de 240m. Segundo a classificação de Köppen (1923), o clima da região é caracterizado como Aw', tropical com inverno seco.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 3, o primeiro fator foi referente à adoção de quatro estratégias de irrigação com água de baixa salinidade (A1 = 0,3 dS m⁻¹) e maior salinidade (A2 = 2,0 dS m⁻¹) aplicadas em diferentes estágios fenológicos da cultura (EI1= A1 durante todo o ciclo de cultivo; EI2= A2 na fase de estabelecimento da cultura, A1= na fase vegetativa e A2 na reprodutiva e maturação; EI3= A1= na fase vegetativa, A2 fase vegetativa, reprodutiva e maturação e EI4= A1 na fase de estabelecimento da cultura e vegetativa e A2 na fase reprodutiva e maturação (Tabela 1) e o segundo fator foram três doses de fósforo (0, 50 e 100 kg ha⁻¹), correspondendo a 0, 50 e 100% da dose recomendada, com quatro repetições. As fases fenológicas foram adaptadas do trabalho desenvolvido por Paes; Esteves & Sousa (2012) de acordo com a demanda hídrica do quiabeiro.

Tabela 1. Tratamentos resultantes da irrigação com águas de CE 0,3; 2,0 dS m⁻¹ de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura do quiabo.

Tratamento	25 a 40 DAT*	40 a 60 DAT*	60 a 100 DAT*
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
EI1	A1	A1	A1
EI2	A2	A1	A2
EI3	A1	A2	A2
EI4	A1	A1	A2

A recomendação de adubação mineral foi feita segundo recomendação de Trani et al. (2013) para a cultura do quiabo, sendo: 80 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P e 60 kg ha⁻¹ de K, utilizando-se ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Desses valores dividiu-se por um stand de 10.000 plantas, onde cada vaso planta⁻¹ ciclo⁻¹ recebeu 08 gramas de N, 10 g de P₂O₅, e 06 gramas de K₂O por vaso, referente a dose de 100% divididas em 4 aplicações diluídas em água, de forma a maximizar o processo de absorção e assimilação.

A cultivar de quiabo utilizada foi a Santa Cruz 47. O substrato utilizado foi composto por arisco, areia e esterco bovino na proporção 5:3:1 respectivamente, na qual uma amostra foi recolhida e enviada ao Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo/UFC para se fazer uma análise das condições físico-químicas do substrato, representados na tabela abaixo.

Tabela 2. Análise físico-química do substrato utilizado antes da aplicação dos tratamentos.

Atributo Químicos												
M.O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	PH	PST	CEes
g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹									(em água)	%	dS m ⁻¹
14,59	27	0,78	4,50	0,70	0,67	0,15	1,49	6,6	8,1	6,4	8,0	0,08
Atributos físicos												
Areia Grossa		Areia Fina		Silte		Argila		Textura			Ds	
g kg ⁻¹											g cm ⁻³	
665		201		92		42		Areia Franca			1,47	

MO - Matéria orgânica; SB- Soma de bases; CTC- Capacidade de troca de cátions; PST- percentagem de solo trocável; CEes- Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; Ds- Densidade do solo.

A semeadura foi realizada manualmente em bandejas de isopor com 200 células de 40 cm³ de volume. Aos quinze dias após o estabelecimento das plântulas, foi realizado o transplante para vasos de vinte e cinco litros

A quantidade dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O, MgCl₂.6H₂O, utilizadas no preparo das águas de irrigação foi preparada de forma a se obter a proporção 7:2:1 obedecendo a relação entre condutividade elétrica da água - CEa e sua concentração (mmol_c L⁻¹= CE x 10), conforme descrito na metodologia proposta por (RHOADES et al., 2000).

A irrigação com água salina iniciou-se após o desbaste (10 dias após o transplante) com uma frequência de irrigação diária, cuja lâmina foi estimada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO et., 2019), mantendo o solo na capacidade de campo

A colheita foi realizada a cada dois dias ao longo do estágio reprodutivo e de maturação, ocasiões em que foram mensuradas as variáveis: número de frutos por planta (NFP), massa do fruto (MF) e produtividade (PROD).

Os dados foram submetidos à análise de variância, quando significativos pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 1 e 5% de significância por meio do programa computacional ASSISTAT, versão 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação significativa entre os fatores estratégias de irrigação e doses de adubação fosfatada. Para o efeito isolado das doses de fósforo, foi constatada diferença significativa para número de frutos por planta (NFP), massa do fruto e produtividade (PROD) ao nível de significância de 1 e 5% de probabilidade.

Para o fator salinidade não houve efeitos significativos utilizando-se a estratégia de uso cíclico de água salino nos estádios fenológicos da cultura, o que infere que a irrigação com água de 2,0 dS m⁻¹ pode ser empregada no quiabo. Isso demonstra a necessidade de novos estudos quanto a salinidade limiar da cultura adaptadas as condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para número de frutos por planta (NFP), o diâmetro do fruto (DF), massa do fruto (MF) e produtividade (PROD) do quiabeiro sob estratégias de irrigação e doses de adubação fosfatada.

FV	QUADRADO MÉDIO			
	GL	NF	MF	PROD
EI	3	14.47 ^{ns}	1813.10 ^{ns}	188786.14 ^{ns}
DP	2	36.39*	17288.75*	1800162.11*
EI x DP	6	16.36 ^{ns}	2096.80 ^{ns}	218325.89 ^{ns}
Tratamentos	11	19.49 ^{ns}	4781.60**	497876.18**
Resíduo	36	9.81	1609.58	167595.66
Total	47	-	-	-
CV (%)	-	26.57	24.51	24.51

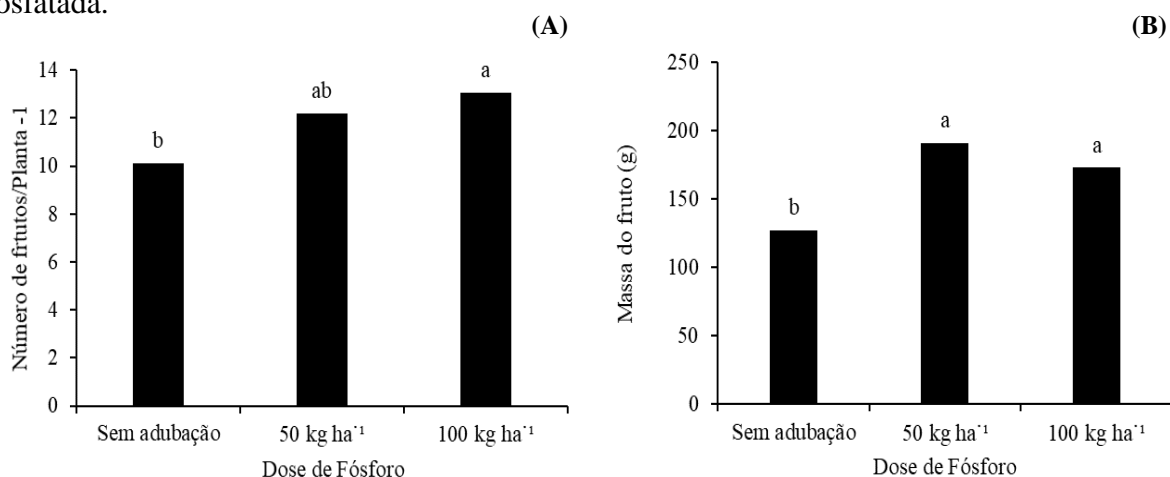
FV=Fonte de variação; CV= Coeficiente de variação; EI=Estratégias de irrigação; DP= Doses de fósforo; GL - Graus de liberdade; * significativo a 5% no teste de F; ** significativo a 1% no teste F; ^{ns} - Não significativo

O número de frutos por planta aumentou de forma linear à medida que as doses de P foram elevadas (Figura 1A). Os maiores valores para o número de frutos por planta foram obtidos com a aplicação da dose de 50 e 100 kg ha⁻¹ de P, não diferindo estatisticamente entre si, porém superior ao tratamento controle. Para a massa do fruto (Figura 1B) as doses de 50 e 100 kg ha⁻¹ de P diferiram do tratamento testemunha, não diferindo estatisticamente entre si, revelando que doses de fósforo influenciaram positivamente para esta varável.

Esse resultado reflete na afirmação de Prado (2008), em que para as variáveis de produção, a deficiência de P tem por consequência atraso na maturidade das plantas, baixo

florescimento e pegamentos dos frutos e por conseguinte número reduzido de frutos, visualizados no tratamento sem adubação fosfatada.

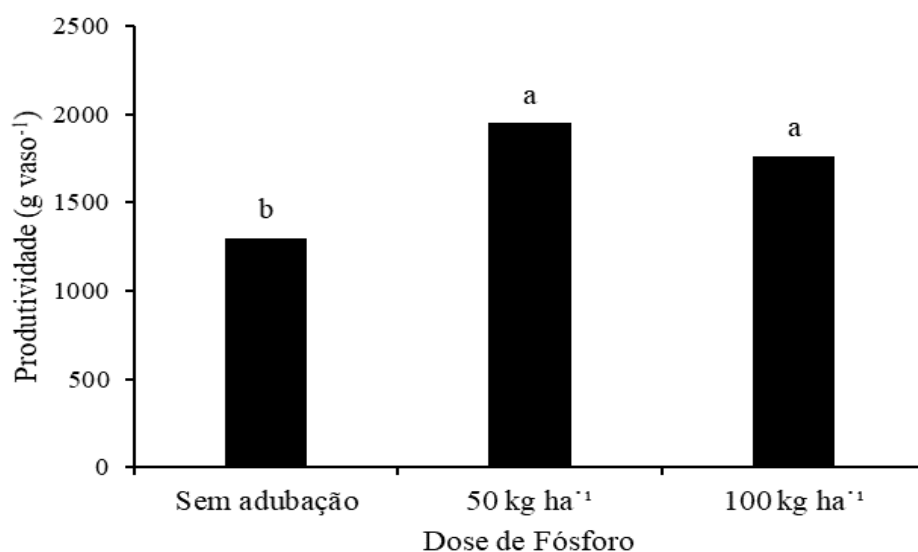
Os resultados estão em acordo aos obtidos por Oliveira et al. (2013) e Abrêu et al. (2011) trabalhando com o quiabeiro da cultivar Clemson Spineless 80 e melão. Esses mesmos autores observaram incremento no número de frutos e massa de frutos com o aumento da adubação fosfatada.



As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

Figura 1. Número de frutos por planta⁻¹ (A) e massa do fruto (B) de quiabo em função das diferentes doses de adubação fosfatada.

Observa-se resposta significativa da adubação com P para a produtividade (Figura 2), com maior expressividade na dose de 50 e 100 kg ha⁻¹, obtendo um acréscimo de 33% e 26%, respectivamente, quando comparado ao tratamento testemunha, evidenciando uma alternativa para redução de gastos com fertilizantes fosfatados para o produtor.



As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 2. Produtividade do quiabo em função das diferentes doses de fósforo.

Estes resultados positivos evidenciam a importância da adubação do fósforo para nutrição e metabolismo de plantas de quiabo, e podem estar associados ao principal papel de P nas plantas que é armazenar, transferir energia, e pela função essencial no processo fotossintético e respiração das plantas (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 2012).

Em concordância ao presente trabalho, Oliveira et al. (2013) também detectaram efeitos positivos de P no aumento da produtividade do quiabo.

CONCLUSÕES

A irrigação com água salina de 2,0 dS m⁻¹ quando empregada ciclicamente, pode ser utilizada para irrigação do quiabo;

A adubação fosfatada com 50 e 100 kg ha⁻¹ apresentam maior eficiência no desempenho do quiabo para as variáveis número de frutos, massa do fruto e a produtividade;

Recomenda-se para a adubação fosfatada a dose de 50 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

ABRÊU, F. L. G. D.; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo: reflexos na produção e qualidade dos frutos. **Rev. Bras. Frutic. [online]**. v. 33, n. 4, p. 1266-1274, 2011.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV, 2019, 545 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, p. 421, 2012.

FILIPPOU, P.; BOUCHAGIER, P.; SKOTTI, E.; FOTOPOULOS. Proline and reactive oxygen/nitrogen species metabolism is involved in the tolerant response of the invasive plant species *Ailanthus altissima* to drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 97, p. 1-10, 2014.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6619#resultado>>. Acesso em 27 abr. 2021.

KÖPPEN, W. P. **Die klimate dererde: Grundriss der klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & So.1923, 369p.

LIMA, G. S.; SILVA, A. R. P.; SÁ, F. V. D. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A. Physicochemical quality of fruits of west indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 217-225, 2020.

MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, v. 38, n. 10, p. 20-21, 1984.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição Mineral de plantas**. Piracicaba-SP: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2006. 630 p.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutriton of higher plants**. 3ed. Academic Press, 2012. 649 p.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. in: **Recursos hídricos em regiões semiáridas** / editores, GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012, 258p.

OLIVEIRA, E. C. A.; SILVA, G. P. da; OLIVEIRA, R. I. de; CUNHA FILHO, M; LIRA JUNIOR, M. A.; FREIRE, F. J. Crescimento, produtividade e nível crítico de fósforo para o quiabeiro em relação à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 589-594, 2013.

OLIVEIRA, F. R. A. D.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; SOUSA, V. D. F. L. D.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 519-526, 2010.

PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. S.; SOUSA, E. F. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 256-261, 2012.

PRADO, R. D. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008, 416 p.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para a produção agrícola**. Estudos FAO 48, Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

SÁ, F. V. da S. **Morfofisiologia de plantas de feijão-caupi sob estresse salino e adubação fosfatada**. Dissertação - Curso de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016, 95f.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal and Agriculture Researche**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SYVERTSEN, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, p. 128-137, 2014.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TEODORO, M. C. C. L.; SANTOS, V. D.; FRARE, P. **Calagem e Adubação para a Cultura do Quiabo**. Instituto Agronômico de Campinas. 2013.