

## CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE FITOMASSA DO QUIABEIRO SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA<sup>1</sup>

Aldair de Souza Medeiros<sup>2</sup>, Fábio Itano dos Santos Alves<sup>3</sup>, Renner Luciano de Souza Ferraz<sup>4</sup>,  
Amanda Costa Campos<sup>5</sup>, Manoel Moisés Ferreira de Queiroz<sup>6</sup>, Ivomberg Dourado  
Magalhães<sup>2</sup>

### RESUMO

A produção agrícola na região semiárida é limitada pela escassez hídrica, onde, a prática da irrigação é uma das principais tecnologias usada para assegurar o crescimento e a produção das plantas. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio associado à irrigação com água residuária doméstica pós-tratada em filtro de areia com fluxo intermitente, sobre o crescimento e alocação de fitomassa do quiabeiro cv. Santa Cruz, cultivado em região semiárida da Paraíba. O experimento foi conduzido no município de Pombal, Paraíba, no período de fevereiro a setembro de 2014, utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram em seis doses nitrogênio ( $N_1 = 0$ ;  $N_2 = 40$ ;  $N_3 = 80$ ;  $N_4 = 120$ ;  $N_5 = 160$ ; e  $N_6 = 200$  kg ha<sup>-1</sup>) correspondendo, respectivamente, a 0; 25; 50; 75; 100 e 125% da recomendação de adubação para a cultura do quiabo, e irrigação com água residuária. Foram avaliadas as variáveis de crescimento e fitomassa das plantas. O quiabeiro mesmo sendo considerada uma cultura rústica, responde as aplicações de nitrogênio quando cultivado sob condições edafoclimáticas do semiárido paraibano.

**Palavras-chave:** *Abelmoschus esculentus* L., adubação nitrogenada, reúso de água.

## GROWTH AND ALLOCATION OF PHYTOMASSA OF OKRA SUBMITTED TO DOSES OF NITROGEN AND IRRIGATION WITH WASTEWATER

<sup>1</sup>Trabalho extraído da Dissertação de Mestrado do segundo autor, PPGHT – UFCG

<sup>2</sup>Doutor em Agronomia – Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias – CECA, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Rio Largo, AL, e-mail: aldairmedeiros@gmail.com, ivomberg31@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestre em Horticultura Tropical, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pombal, PB, e-mail: f.alves16@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: ferraz340@gmail.com

<sup>5</sup>Mestranda em Zootecnia, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos, PB, e-mail: amandacampos02@hotmail.com

<sup>6</sup>Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pombal, PB, e-mail: mmfqueiroz@gmail.com

## ABSTRACT

Agricultural production in the semi-arid region is limited by water scarcity, where irrigation is one of the main technologies used to ensure plant growth and production. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effect of different taxes associated with irrigation with post-treated domestic wastewater in a sand filter with intermittent flow on the growth and phytomass allocation of okra cv. Santa Cruz in the semiarid region of Paraíba. The experiment was conducted in the municipality of Pombal, Paraíba, from february to september 2014, using a randomized block design with four replications. The treatments resulted in six nitrogen doses ( $N_1 = 0$ ;  $N_2 = 40$ ;  $N_3 = 80$ ;  $N_4 = 120$ ;  $N_5 = 160$ ; and  $N_6 = 200$  kg ha<sup>-1</sup>) corresponding, respectively, to 0; 25; 50; 75; 100 and 125% of the fertilization recommendation for okra culture, and irrigation with wastewater. The plant growth and phytomass variables were evaluated. The okra, even being considered a rustic crop, responds to the applications of nitrogen when cultivated under soil and climatic conditions of the semiarid Paraíba.

**Keywords:** *Abelmoschus esculentus* L., nitrogen fertilization, water reuse.

## INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas apresentam altas temperaturas e baixos índices pluviométricos, além disso, são caracterizadas pela irregularidade na distribuição espacial e temporal da precipitação pluviométrica (SANTOS et al., 2016). Desta forma, demanda soluções específicas e adequadas, como por exemplo, o uso da irrigação para assegurar a expansão da produção agrícola nessas regiões. Porém, a irrigação necessita de grande volume de água durante sua prática, o que inviabiliza essa técnica em algumas regiões semiáridas (MEDEIROS et al., 2015).

Uma alternativa viável para minimizar esse grave problema no semiárido, é o uso de água com “qualidade inferior” na agricultura irrigada. Neste sentido, vários pesquisadores avaliam o uso de águas salinas (GUEDES FILHO et al., 2013; LIMA et al., 2014; LIMA et al., 2015; SOUZA et al., 2016; VIEIRA et al., 2016) e residuárias (GONÇALVES et al., 2013; MEDEIROS et al., 20015; SOUSA, 2015; NASCIMENTO et al., 2016; MEDEIROS et al., 2018) na agricultura.

O tratamento e o manejo adequado da água residuária surge como alternativa em potencial de fonte hídrica, sobretudo, para as regiões semiáridas, o qual possibilita a produção agrícola e economia da água potável em regiões com escassez hídrica (KUMMER et al., 2017). Outra característica que viabiliza o uso da água residuária na agricultura é o seu

potencial em fornecer nutrientes para as plantas, principalmente, o nitrogênio (MEDEIROS et al., 2015, 2018). Assim, os nutrientes presentes na água residuária são reaproveitados pelas culturas agrícolas, o que reduz, e em alguns casos, elimina a necessidade da aplicação de fertilizantes sintéticos (NASCIMENTO et al., 2016; MEDEIROS et al., 2017).

Outra técnica a ser adotada nas regiões semiáridas é o aumento na produção de hortaliças, devido ao baixo consumo de água, quando comparada às fruteiras e gramíneas, por exemplo. Neste contexto, o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) surge como uma ótima alternativa, devido suas características de rusticidade, principalmente, à tolerância ao calor e a pouca exigência por tecnologias durante o cultivo, sendo bastante cultivado em regiões de clima tropical e subtropical (OLIVEIRA et al., 2014; MEDEIROS et al., 2018). Em termos nutricionais, essa cultura é bastante exigente em nitrogênio, sendo o segundo nutriente mais absorvido e o que proporciona maior resposta em sua produção (ZUBAIRU et al., 2017).

O nitrogênio é um macronutriente essencial durante o crescimento e desenvolvimento do quiabeiro. O manejo adequado desse nutriente contribui para o crescimento vegetativo, expansão fotossintética e aumenta a produtividade das culturas (SOUZA et al., 2017). Já o excesso, pode promover a salinização do solo, aumentar

**CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE FITOMASSA DO QUIABEIRO SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA**

o crescimento vegetativo, reduzir a formação de frutos e afetar negativamente a qualidade da produção (OLIVEIRA et al., 2014). Entretanto, pouco se conhece em relação às quantidades ideais desse elemento a serem fornecidas quando se utiliza água residuária na irrigação das plantas. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio, associado à irrigação com água residuária doméstica pós-tratada em filtro de areia com fluxo intermitente, sobre o crescimento e alocação de fitomassa do quiabeiro cv. Santa Cruz, na região semiárida da Paraíba.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de fevereiro a setembro de 2014, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal - Paraíba. A classificação do clima da cidade de Pombal, conforme Köppen é do tipo BSh, representando clima semiárido quente e seco, com precipitação média de aproximadamente 750 mm ano<sup>-1</sup>, e evaporação

média anual de 2.000 mm.

Os tratamentos resultaram em seis doses de nitrogênio (N<sub>1</sub> = 0; N<sub>2</sub> = 40; N<sub>3</sub> = 80; N<sub>4</sub> = 120; N<sub>5</sub> = 160; e N<sub>6</sub> = 200 kg ha<sup>-1</sup>) correspondendo, respectivamente, a 0; 25; 50; 75; 100 e 125% da recomendação de adubação para a cultura do quiabo, sugerida por Oliveira et al. (2003), acrescidos pelo uso de água residuária na irrigação das plantas. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando um estande final de 24 unidades experimentais.

Foi utilizada a cultivar de quiabo Santa Cruz, e para condução das plantas foi utilizado lisímetros plásticos com 500 L de capacidade, preenchidos com uma camada de 15 cm de brita (nº 0) cobrindo a base do lisímetro, para facilitar a drenagem da água, em seguida foi completamente preenchido com material de solo, classificado como Neossolo Flúvico, franco-arenoso, não salino e não sódico, sendo o material proveniente do município de Pombal, Paraíba. As características químicas e físicas do solo utilizado no experimento (Tabela 1) foram determinadas conforme metodologias recomendadas pela Embrapa (1997).

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos do solo usado durante o experimento.

Químicos										
pH <sub>es</sub>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	CTC	CE <sub>es</sub>	N	CO	MO
	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )						(dm <sup>-1</sup> )			(g kg <sup>-1</sup> )
7,74	0,3	0,7	5,2	2,37	0,0	8,67	2,24	0,5	5,4	9,3
Físicos										
Areia	Silte	Argila	Porosidade		DP		DS	Água disponível		
	(g kg <sup>-1</sup> )		(%)		(g cm <sup>-3</sup> )			(g kg <sup>-1</sup> )		
729	145	126	50		2,88		1,43	73,9		

\* pH<sub>es</sub> – pH do extrato de saturação; K – Potássio; Na<sup>+</sup> – Sódio, Ca – Cálcio<sup>2+</sup>; Mg<sup>2+</sup> – Magnésio; H+Al – Hidrogênio+Alumínio; CTC – Capacidade de Troca Catiônica; CE<sub>es</sub> – Condutividade Elétrica no extrato de saturação; N – Nitrogênio; CO – Carbono Orgânico; MO – Matéria Orgânica; DP – Densidade das Partículas; DS – Densidade do Solo.

Após o acondicionamento nos lisímetros, o solo foi colocado em capacidade de campo (CC), através do método de saturação por capilaridade, seguido por drenagem livre, usando água de abastecimento. A instalação da cultura ocorreu por meio de semeadura direta, distribuindo cinco sementes por parcela (lisímetro), e aos vinte dias após a emergência (DAE), fez-se o

desbaste, deixando duas plantas com maior vigor.

A fonte de nitrogênio utilizada foi à ureia (45% de N), e para diminuir perdas por volatilização e/ou lixiviação, a adubação nitrogenada foi parcelada em três aplicações de cobertura a cada 10 DAE. Os tratamentos culturais realizados durante o ciclo da cultura foram controle fitossanitário, principalmente de

pulgões (*Aphis gossypii*) e cochonilhas (*Dactylopius coccus*), com aplicações de 100 mL do inseticida sistêmico Evidence® 700 WG (concentração 1 g L<sup>-1</sup>) no solo via água de irrigação. Realizou-se ainda, o controle de plantas espontâneas, a partir de capinas manuais dentro dos lisímetros, com frequência semanal.

A água residuária utilizada no experimento foi proveniente de chuveiros, pias e mictórios dos banheiros localizados na UFCG, Campus de Pombal, coletada por tubulações e depositada em um tanque séptico, o qual, foi conectado por meio de um tubo inserido na extremidade inferior a um recipiente plástico com 500 L de capacidade, funcionando como reservatório de distribuição do efluente. Essa distribuição ocorreu por tubulações até os três filtros aeróbios com intermitências diferentes (cada filtro recebia 50 L de AR a cada 6, 8 e 12 horas). O efluente produzido foi armazenado em recipiente plástico com capacidade de 500 L. Os filtros foram construídos adaptando-se recipientes plásticos com capacidade de 250 L cada; na parte inferior dos recipientes continha uma

camada de 10 cm de brita (nº 1), seguida de 50 cm de areia e na parte superior mais uma camada de 5 cm de brita, para uniformizar o fluxo (Figura 1).



**Figura 1.** Sistema de tratamento do efluente por filtros de areia com fluxo intermitente.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água residuária antes e após o pós-tratamento pelos filtros de areia, conforme Sousa (2015). Os resultados da análise de qualidade da água residuária após o uso dos filtros de areia apresentam-se dentro dos padrões recomendado por Brasil (2005).

**Tabela 2.** Características físico-químicas da água residuária do tanque séptico e após os filtros de areia.

Água residuária do tanque séptico											
pH	CE <sub>a</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	OD	Ca	Mg	Cl <sup>-</sup>	P	N	Na	K	DQO	DBO
8,3	0,82	0,4	34,4	25,4	102,5	0,89	0,0002	0,02	0,009	89,8	15,6
Água residuária após os filtros de areia											
pH	CE <sub>a</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	OD	Ca	Mg	Cl <sup>-</sup>	P	N	Na	K	DQO	DBO
6,2	0,56	6,4	58,4	44,0	86,2	0,70	0,0001	0,01	0,010	127,3	25,4

pH – potencial Hidrogeniônico; CE<sub>a</sub> – Condutividade Elétrica da água; OD – Oxigênio Dissolvido; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Cl<sup>-</sup> – Cloretos; P – Fósforo; N – Nitrogênio; Na – Sódio; K – Potássio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio.

As avaliações de crescimento foram realizadas aos 68 DAE. Foram avaliados os efeitos dos tratamentos sobre a altura de planta (AP) em cm, mensurando-se a distância entre colo da planta a base da folha mais jovem, utilizando uma fita métrica; o número de folhas (NF), considerando-se apenas as folhas com o completo desenvolvimento; o diâmetro caulinar (DC) em mm, foi determinado a 3 cm do colo das plantas com o auxílio

de paquímetro digital; e área foliar (AF) em cm<sup>2</sup>, obtida segundo metodologia proposta por Severino et al. (2005), conforme equação:  $A = 0,84 \times (P + L)^{0,99}$ , em que: A = área foliar em cm<sup>2</sup>, P = comprimento da nervura principal em cm, e L = largura da folha em cm.

Ao final do ciclo da cultura, avaliou-se a fitomassa das plantas. As plantas foram separadas em caule e folhas, e utilizando balança com precisão digital determinou-se a

**CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE FITOMASSA DO QUIABEIRO SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA**

matéria fresca do caule (MFC) e da folha (MFF) em g. Na sequência, o material foi colocado em estufa de secagem 65 °C, até obtenção de massa constante, com posterior obtenção da matéria seca do caule (MSC) e das folhas (MSF) em g.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ), e no caso de significância realizou-se análise de regressão para o desdobramento dos efeitos das doses de nitrogênio. Para estas análises utilizou-se do *software* estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância apresentada na Tabela 3, foi verificado que, as doses de nitrogênio influenciaram significativamente todas as variáveis de crescimento do quiabeiro cv. Santa Cruz a 1% de probabilidade. Esses resultados estão de acordo com os comportamentos encontrados por Zubairu et al. (2017), Firoz et al. (2009) e Medeiros et al. (2018), ao avaliarem o efeito da adubação nitrogenada sobre os parâmetros de crescimento do quiabeiro.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância para as variáveis de crescimento: altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) do quiabeiro cv. Santa Cruz em função da adubação nitrogenada e irrigação com água residuária.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		AP	DC	NF	AF
Nitrogênio (N)	5	175,551**	0,402**	18,340**	56395,206**
Regressão Linear	1	560,260 <sup>ns</sup>	1,787**	42,900**	223871,271 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	34,201**	0,021 <sup>ns</sup>	9,266 <sup>ns</sup>	3285,188**
Blocos	3	23,737	0,008	0,957	15,648
Resíduo	15	83,824	0,008	0,568	47,436
C. V. (%)		4,67	4,96	5,46	1,63

<sup>ns</sup> não significativo, \*\* - significativo a 1% ( $p < 0,01$ ) pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação.

A AP e o DC do quiabeiro foram afetados de forma positiva pelas doses de nitrogênio, e com base nas análises de regressões (Figura 2A e 2B), observa-se que os efeitos apresentaram ajustes quadráticos para a AP e linear para o DC. Ao derivar a equação, foi encontrada a maior altura (56,24 cm) associada à dose estimada de 136 kg ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 85% de nitrogênio, onde foi constatado ganhos de 26,33% ao comparar os dados obtidos com plantas sob a dose estimada com aquelas cultivadas na ausência do adubo nitrogenado. Foi observado também que, quando as plantas foram submetidas a doses acima do nível de nitrogênio estimado, houve reduções de 3,5% na AP. Os relatos de Medeiros et al. (2015) e Medeiros et al. (2017) ratificam os resultados encontrados neste estudo para AP. Esses autores afirmam que, com o uso de água residuária, os nutrientes presentes no efluente podem suprir as

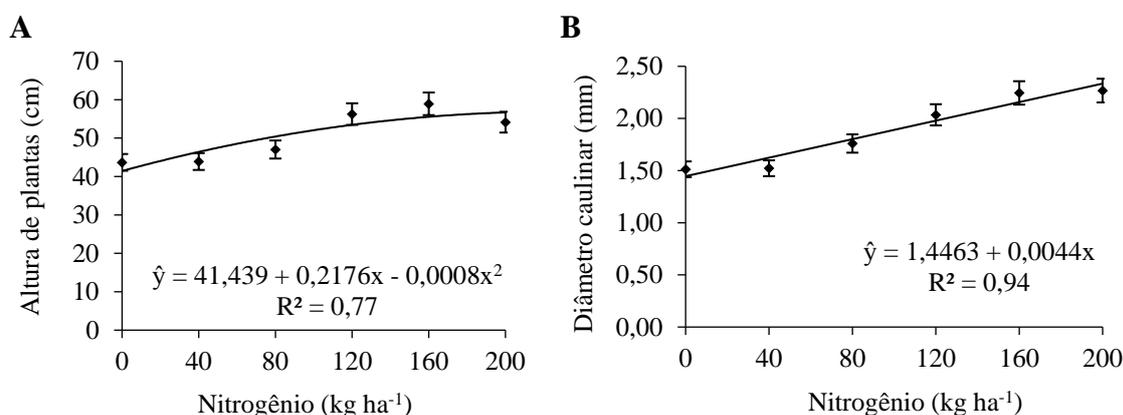
exigências nutricionais das plantas, resultando em reduções nas aplicações de fertilizantes sintéticos.

Os aumentos na AP observados até o nível de nitrogênio estimado (136 kg ha<sup>-1</sup> de N), possivelmente ocorreram devido às funções que esse elemento desempenha no crescimento e desenvolvimento das plantas, o qual atua na divisão e alongamento celular, também exerce uma importante função na clorofila, proteína, hormônios, ácidos nucléicos e na síntese de vitaminas (ARAGÃO et al., 2012; SOUZA et al., 2016; VIEIRA et al., 2016; SOUZA et al., 2017; MEDEIROS et al., 2018).

Quanto ao DC, foi encontrado acréscimos na ordem de 0,31% por aumento unitário das doses de nitrogênio, representando acréscimos de 62% (0,76 mm) no DC do quiabeiro sob dose máxima de nitrogênio (200 kg ha<sup>-1</sup>), em relação às plantas que não

receberam esse nutriente. O DC mínimo constatado na ausência de nitrogênio, provavelmente ocorreu em decorrência do mau estado nutricional das plantas, resultando em danos na expansão celular (ZUBAIRU et al., 2017). Os resultados de Medeiros et al. (2018) divergem desse estudo, onde, os autores não

constatarem influência das doses de nitrogênio sobre o DC do quiabeiro irrigado com água residuária em região semiárida paraibana. Esses autores atribuem os resultados aos nutrientes presentes no solo e na água residuária, os quais foram suficientes para o desenvolvimento do DC.



**Figura 2.** Altura de plantas (A) e diâmetro caulinar (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz submetido a doses de nitrogênio e irrigação com água residuária doméstica avaliadas aos 68 DAE.

As doses crescentes de nitrogênio também influenciaram positivamente o NF e AF do quiabeiro, pelas análises de regressões apresentadas nas figuras 3A e 3B, observa-se que as médias dessas variáveis em função dos efeitos do adubo nitrogenado, se ajustaram aos modelos linear e quadrático para o NF e AF, respectivamente. O NF do quiabeiro aumentou linearmente na medida em que aumentaram as doses de nitrogênio, esse incremento foi de 0,31% por aumento unitário na dose aplicada, proporcionando um acréscimo no NF de 61% nas plantas que receberam dose máxima da adubação nitrogenada (200 kg ha<sup>-1</sup>), em comparação as plantas sob a ausência de nitrogênio.

Esse comportamento provavelmente foi resultado da atuação do nitrogênio na síntese de vários componentes celulares, como por exemplo, a molécula de clorofila e da ribulose-1,5-bifosfato-carboxilase-oxigenase (Rubisco), que são responsáveis pela assimilação de CO<sub>2</sub> nas fases fotoquímica e bioquímica da fotossíntese (ZHOU et al., 2011; ARAGÃO et al., 2012; ARAÚJO et al., 2012; MEDEIROS et al., 2017; SOUZA et al., 2017).

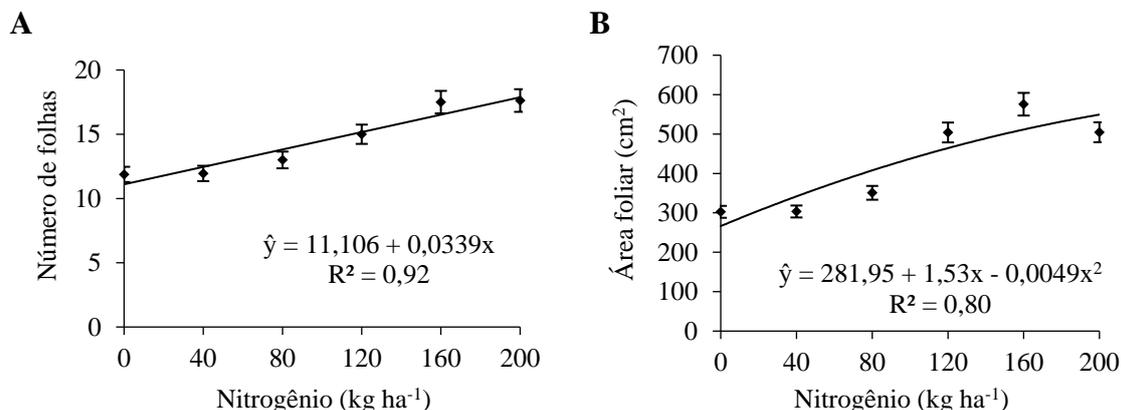
O aumento nas doses de nitrogênio promoveu expansão significativa na AF das plantas de quiabeiro até a dose estimada de 156,13 kg ha<sup>-1</sup>, onde foi encontrado a AF máxima (575,65 cm<sup>2</sup>) com essa dose, resultando em ganhos de 47,43% (273 cm<sup>2</sup>) em relação às plantas que não receberam o adubo nitrogenado. Foi constatada também uma redução de 2,36% a partir do nível de nitrogênio estimado. Os resultados encontrados neste estudo para a AF estão convergentes com os resultados de Akintomide e Osundare (2015). Esses autores observaram respostas significativas na AF do quiabeiro em função das doses de nitrogênio. Por outro lado, os resultados de Akanbi et al. (2010) divergem deste trabalho. Os autores constataram decréscimos na AF do quiabeiro nos tratamentos acima de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N. Já Medeiros et al. (2018) em seus estudos com quiabeiro irrigado com água residuária, encontraram resposta linear na AF de 0,62% por aumento unitário da dose de nitrogênio.

O nitrogênio é bastante requerido pelas culturas em geral, o que justifica os resultados constatados com este nutriente até a dose ótima. Já as reduções sobre a AF das plantas

CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE FITOMASSA DO QUIABEIRO SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA

submetidas às doses acima do ponto de inflexão, observado neste estudo, foi provocada pela acidificação do solo, devido o fornecimento de nitrogênio na forma de ureia, cujo desdobramento da uréase libera  $H^+$  no solo (ARAÚJO et al., 2012; LIMA et al., 2014; SOUZA et al., 2016), resultando no excesso de

N no solo, ocasionado pelas doses de nitrogênio juntamente com o uso da água residuária, o que promoveu danos oxidativos as plantas, sobretudo, o desequilíbrio nutricional (GUEDES FILHO et al., 2013; MEDEIROS et al., 2015; VIEIRA et al., 2016).



**Figura 3.** Efeito das doses de nitrogênio sobre altura de plantas (A) e diâmetro caulinar (B) do quiabeiro cv. Santa Cruz irrigado com água residuária doméstica avaliado aos 68 DAE.

Conforme os resultados da análise de variância (Tabela 4), o incremento das doses de nitrogênio influenciaram significativamente ( $p < 0,01$ ) todas as variáveis de alocação de fitomassa do quiabeiro. Os efeitos de

nitrogênio sobre a alocação de fitomassa de plantas também foram constatadas por Medeiros et al. (2015), Vieira et al. (2016) e Medeiros et al. (2017) ao estudarem outras culturas agrícolas.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância das variáveis matéria fresca do caule (MFC) e folhas (MFF), matéria seca do caule (MSC) e folhas (MSF) de plantas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) sob doses de nitrogênio e irrigação com água residuária.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		MFC	MFF	MSC	MSF
Nitrogênio (N)	5	14583,58 <sup>***</sup>	18711,78 <sup>***</sup>	591,67 <sup>**</sup>	938,50 <sup>**</sup>
Regressão Linear	1	56551,53 <sup>**</sup>	74486,79 <sup>**</sup>	2275,44 <sup>**</sup>	3527,99 <sup>**</sup>
Regressão Quadrática	1	4354,77 <sup>ns</sup>	6270,22 <sup>ns</sup>	196,25 <sup>ns</sup>	211,58 <sup>ns</sup>
Blocos	3	14,87	1,34	0,84	10,52
Resíduo	15	8,17	9,67	2,85	5,70
C. V. (%)		1,69	1,56	3,80	4,81

<sup>ns</sup> - não significativo, <sup>\*\*</sup> - significativo a 1% ( $p < 0,01$ ) pelo teste F; GL - número de graus de liberdade; C. V. - coeficiente de variação.

Foi constatado acréscimo linear para a MFC e MFF do quiabeiro em função do aumento das doses de nitrogênio (Figura 4A e 4B), verificando alocação máxima de MFC (299,90 g) e MFF (313,77 g) ao fornecer as plantas a maior dose desse elemento (200 kg  $ha^{-1}$ ). Houve aumentos de 0,13 e 0,10% por aumento unitário na dose de nitrogênio para a

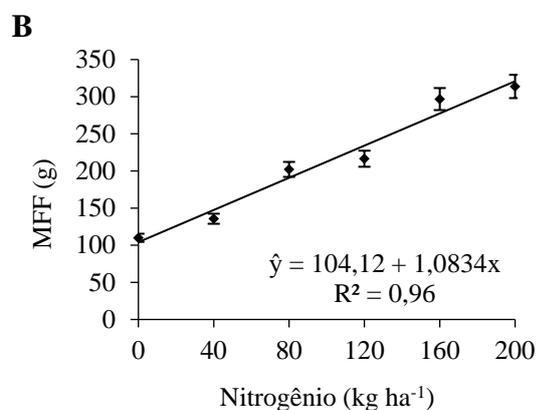
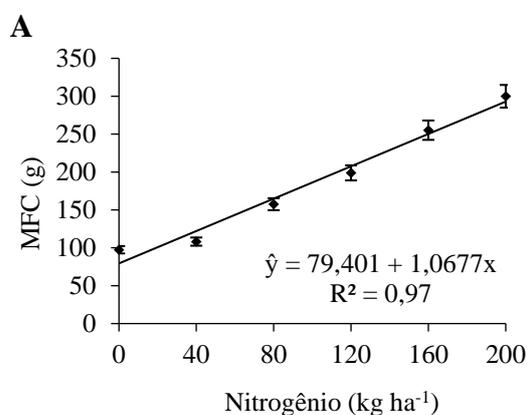
MFC e MFF, respectivamente. Ao confrontar os dados obtidos nas plantas submetidas à dose máxima do adubo nitrogenado com aquelas cultivadas na ausência desse nutriente, verificam-se acréscimos de 67,51% (202,44 g) para a MFC e 65% (203,80 g) para MFF. Medeiros et al. (2017) estudaram o crescimento da cultura da berinjela sob

aplicação de doses de nitrogênio e irrigação com água residuária em condições de casa de vegetação. Esses autores constaram decréscimos na MFC e MFF a partir das doses 0,45 e 0,47 g de N dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

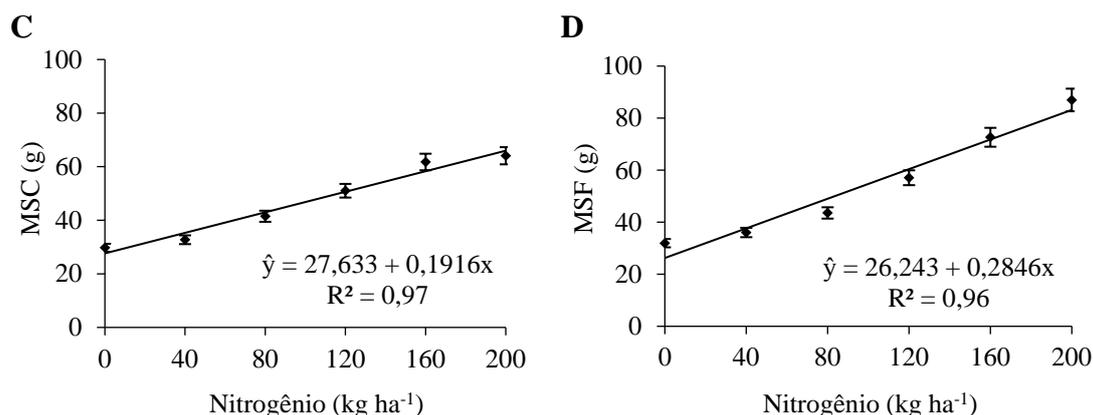
Acompanhando o mesmo comportamento observado na MFC e MFF, foi constatado que a MSC e MSF também se ajustaram ao modelo de regressão linear crescente (Figura 4C e 4D), onde foi encontrada a produção máxima de MSC (64,08 g) e MSF (86,98 g) nas plantas de quiabeiro que receberam a maior dose de nitrogênio (200 kg ha<sup>-1</sup>). Conforme análise de regressão houve acréscimos na ordem de 0,69% para a MSC e 1,08% para MSF, por aumento unitário na dose de nitrogênio, ou seja, aumento de 34,34 g (67,52%) e 55,03 g (63,30%) para a MSC e MSF, respectivamente, quando as plantas receberam a dose máxima desse elemento em relação às que foram cultivadas sem o fornecimento do adubo nitrogenado. Os aumentos observados com a dose máxima de nitrogênio, já eram esperados, devido esta tendência já ter sido observada para as variáveis MFC e MFF.

As doses crescentes de nitrogênio podem ter propiciado maior divisão celular, formação de mais tecido, máxima expansão da área foliar, aumento do número de folhas, do sistema radicular e da relação entre a área foliar e a fotossíntese, em decorrência da atuação desse nutriente no metabolismo das plantas, resultando no aumento da alocação de fitomassa das plantas ao longo do tempo, o qual representa a fotossíntese líquida (ZHOU et al., 2011; MEDEIROS et al., 2015; ZUBAIRU et al., 2017; SOUZA et al., 2017).

Os resultados de Medeiros et al. (2017) divergem dos constatados neste estudo. Esses autores forneceram doses de nitrogênio associados à irrigação com água residuária na cultura da berinjela, sob condições de casa de vegetação, e constataram aumento da MSC e MSF até a dose 0,44 g de nitrogênio dm<sup>-3</sup>, havendo reduções a partir dessa dose. Onde, esses autores justificam essas reduções a partir da dose ótima de nitrogênio ao excesso desse elemento no solo. Já Vieira et al. (2016) não observaram influência das doses de N na cultura do tomate cereja cultivado em casa de vegetação.



CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE FITOMASSA DO QUIABEIRO SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA



**Figura 4.** Matéria fresca de caule (A) e folhas (B), Matéria seca de caule (C) e folhas (D) de plantas de quiabo cv. Santa Cruz irrigados com água residuária e doses crescentes de nitrogênio.

## CONCLUSÕES

A aplicação da lâmina de irrigação com água residuária associada às doses de 136 e 156,13 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio resultou em maior altura de plantas e área foliar, respectivamente.

O diâmetro caulinar, o número de folhas e a alocação de fitomassa do quiabeiro cv. Santa Cruz obtiveram melhor desempenho quando aplicado a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

O quiabeiro mesmo sendo considerada uma cultura rústica, responde as aplicações de nitrogênio quando cultivado sob condições edafoclimáticas do semiárido paraibano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKANBI, W. B.; TOGUN, A. O.; ADEDIRAN, J. A.; ILUPEJU, E. A. O. Growth, dry matter, and fruit yields components of okra under organic and inorganic sources of nutrients. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2010.

AKINTOMIDE, T. A.; OSUNDARE, B. Growth and yield responses of okra (*Abelmoschus Esculentus*) and soil fertility status to NPK fertilizer application regimes. **International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences**, v.1, n.3, p.11-16, 2015.

ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M. de; FEITOSA, H. de O.; FEITOSA, E. de O. Produção e eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 3, p. 207-216, 2012.

ARAÚJO, J. L.; FAQUIN, V.; VIEIRA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. V. C.; SOARES, A. A.; RODRIGUES, C. R.; MESQUITA, A. C. Crescimento e produção do arroz sob diferentes proporções de nitrato e de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, p. 921-930, 2012.

BRASIL, Distrito Federal, Brasília. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005. 23p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 05 mar. 2017.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

- FIROZ, Z. A. Impact of nitrogen and phosphorus on the growth and yield of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] in hill slope condition. **Bangladesh Journal of Agriculture Research**, v. 34, n. 4, p. 713-722, 2009.
- GONÇALVES, I. Z.; GARCIA, G. O.; RIGO, M. M.; REIS, E. F.; TOMAZ, M. A. Nutrition and growth of the conilon coffee after application of treated wastewater. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 71-77, 2013.
- GUEDES FILHO; D. H.; SANTOS, J. B. dos; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F.; FARIAS, H. L. de. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 5, p. 277-289, 2013.
- KUMMER, A. C. B.; GRASSI FILHO, H.; LOBO, T. F.; LIMA, R. A. de S. Fertilizante orgânico composto e água residuária no desenvolvimento de trigo irrigado por gotejamento. **Irriga**, v. 22, n. 2, p. 275-287, 2017.
- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; LOURENÇO, G. S.; SILVA, S. S. Aspectos de crescimento e produção da mamoneira irrigada com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 615-622, 2014.
- LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.
- MEDEIROS, A. S.; NOBRE, R. G.; CAMPOS, A. C.; QUEIROZ, M. M. F.; MAGALHÃES, I. D.; FERRAZ, R. L. S. Características biométricas e acúmulo de fitomassa da berinjela sob irrigação com água residuárias e doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 7, p. 1975-1985, 2017.
- MEDEIROS, A. S.; QUEIROZ, M. M. F.; ARAÚJO NETO, R. A.; COSTA, P. S.; CAMPOS, A. C.; FERRAZ, R. L. S.; MAGALHÃES, I. D.; MAIA JÚNIOR, S. O.; MELO, L. D. F. A.; GONZAGA, G. B. M. Yield of the okra submitted to nitrogen rates and wastewater in Northeast Brazilian semiarid region. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.4, p.409-416, 2018.
- MEDEIROS, A. de S.; NOBRE, R. G.; FERREIRA, E. da S.; ARAÚJO, W. L. de; QUEIROZ, M. M. F. de. Crescimento inicial da berinjela sob adubação nitrogenada e fosfatada e irrigada com água de reuso. **Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 34-40, 2015.
- NASCIMENTO, T. S.; MONTEIRO, R. N. F.; SALES, M. A. de L.; FLORIANO, L. S.; PEREIRA, A. I. de A. Irrigação com efluente de piscicultura no cultivo de mudas de tomate. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 866-874, 2016.
- OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PÔRTO, M. L.; ALVES, A. U. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 265-268, 2003.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, O. P. R.; SILVA, J. A.; SILVA, D. F.; FERREIRA, D. T. A.; PINHEIRO, S. M. G. Produtividade do quiabeiro adubado com esterco bovino e NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 989-993, 2014.
- SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; XAVIER, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; CENTENO, C. R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 86-96, 2016.

CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE FITOMASSA DO QUIABEIRO SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. **Método para determinação da área foliar da mamoneira.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 20 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

SOUSA, E. P. **Qualidade físico-química e microbiológica de água residuária doméstica pós-tratada em fluxo descendente intermitente.** 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal.

SOUZA, Á. H. C.; REZENDE, R.; LORENZONI, M. Z.; SERON, C. C.; HACHMANN, T. L.; LOZANO, C. S. Response of eggplant crop fertigated with doses of nitrogen and potassium. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 21-26, 2017.

SOUZA, L. de P., NOBRE, R. G., SILVA, E. M., LIMA, G. S., PINHEIRO, F. W. A., ALMEIDA, L. L. S. Formation of 'Crioula' guava rootstock under saline water irrigation

and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 8, p. 739-745, 2016.

VIEIRA, I. G. S.; NOBRE, R. G.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, F. W. A. Cultivation of cherry tomato under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2016.

ZHOU, Y. H.; ZHANG, Y.; WANG, X.; CUI, J.; XIA, X.; SHI, K.; YU, J. Effects of nitrogen form on growth, CO<sub>2</sub> assimilation, chlorophyll fluorescence, and photosynthetic electron allocation in cucumber and rice plants. **Biomedicine & Biotechnology**, v. 12, n. 2, p. 126-134, 2011.

ZUBAIRU, Y.; OLADIRAM, J. A.; OSUNDE, O. A.; ISMAILA, U. Effect of nitrogen fertilizer and fruit positions on fruit and seed yields of Okra (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench). **Journal of Plant Studies**, v. 6, n. 1, p. 39-45, 2017.