

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**  
**CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA**

**WYAYRAN FERNANDO SOUSA SANTOS**

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE  
QUIABEIRO SUBMETIDAS A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E  
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

São Luís - MA  
2021

WYAYRAN FERNANDO SOUSA SANTOS

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS E DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE  
QUIABEIRO SUBMETIDAS A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E  
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

Coorientador: Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araujo

São Luís – MA

2021

**WYAYRAN FERNANDO SOUSA SANTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

Coorientador: Prof. Dr. José Ribamar Gusmão

**Comissão Julgadora:**

---

Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis (Orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão- UEMA



---

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araujo  
Universidade Estadual do Maranhão- UEMA



---

Dr. Sebastião de Oliveira Maia Júnior  
Universidade Estadual do Maranhão- UEMA

São Luís - MA

2021

A Deus,  
a todos que de alguma maneira  
contribuíram para o sucesso deste  
trabalho, em especial ao meu pai, à minha  
mãe, ao meu irmão e à minha namorada  
pelo incentivo e com carinho

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o fôlego da vida, pela capacidade e força de vontade de vencer.

À Universidade Estadual do Maranhão e ao Programa de Pós-Graduação pela experiência e conhecimento adquirido nesses anos.

A meus queridos e amados pais, Rosa de Fátima Sousa Santos e Fernando César da Silva Santos, pelos inúmeros conselhos, incentivos e por sempre acreditaram no meu potencial.

Ao meu querido irmão, Wyerlyan Sousa Santos por sempre estar ao meu lado e acreditar em minha capacidade e ajudando no que fosse necessário.

À minha digníssima namorada, Thaynara dos Reis Frazão que sempre dedicou parte do seu tempo para ajudar na realização deste sonho, com muito amor e carinho.

Ao meu orientador, Dr. Fabrício de Oliveira Reis, por todos os ensinamentos, incentivo e compreensão em todos os momentos do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Co-orientador Dr. José Ribamar Gusmão Araujo, por toda a colaboração e sempre se colocando a disposição para ajudar no desenvolvimento da pesquisa.

Ao amigo Wendel, por sempre está disposto a ajudar no que fosse preciso.

À Franciely, Juliana e Patrick pela ajuda na coleta dos dados e com os materiais.

E a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram na minha caminhada acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pelo financiamento da pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação, pela boa convivência durante o curso.

À Rayanne Cristine, secretária do Programa de Pós-Graduação, por todas as informações e ajuda prestados durante todo o curso, sempre disposta a resolver os problemas da melhor forma possível.

Muito obrigado!

A todos, os meus sinceros agradecimentos!

<b>SUMÁRIO</b>	
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1 Aspectos gerais do quiabo .....	<b>13</b>
2.2 Adubação orgânica .....	14
2.3 Demanda hídrica.....	15
2.4 Parâmetros fisiológicos .....	17
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
3.1 Área experimental .....	18
3.2 Plantio e Manejo .....	18
3.3 Determinação de Trocas Gasosas .....	19
3.4 Determinação da Eficiência Fotoquímica .....	20
3.5 Determinação da intensidade de coloração verde das folhas .....	22
3.6 Parâmetros Biométricos analisados .....	22
3.6.1 Altura da Planta .....	22
3.6.2 Diâmetro do caule .....	23
3.6.3 Diâmetro da copa.....	23
3.6.4 Número de ramos laterais.....	23
3.7 Análises dos dados .....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
4.1 Determinação das Trocas Gasosas .....	25
4.2 Parâmetros biométricos .....	31
4.2.1 Altura.....	31
4.2.2 Diâmetro do caule.....	33
4.2.3 Número de ramos laterais.....	35
4.2.4 Diâmetro da copa.....	37
4.3 Eficiência Fotoquímica e intensidade de verde da folha .....	38
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Casa de vegetação do Laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Parte interna da casa de vegetação (A), imagem área da casa de vegetação (B) e telha utilizada na cobertura da casa de vegetação.....18
- FIGURA 2.** Materiais utilizados no estabelecimento do experimento, sacos de polietileno utilizado no experimento (A), vaso de 25L (B) e Bancadas (C).....19
- FIGURA 3.** Determinação das trocas gasosas por meio do equipamento IRGA.....20
- FIGURA 4.** Determinação da Eficiência Fotoquímica por meio do equipamento Pocket-PEA.....21
- FIGURA 5.** Determinação da intensidade de coloração verde das folhas por meio do equipamento SPAD-502.....22
- FIGURA 6.** Medições dos parâmetros biométricos.....23
- FIGURA 7.** Valores médios da assimilação fotossintética de CO<sub>2</sub> na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.....26
- FIGURA 8.** Eficiência intrínseca no uso da água na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.....29
- FIGURA 9.** Altura das plantas de quiabo na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.....32
- FIGURA 10.** Valores médios de diâmetro do caule em mm, na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.....34
- FIGURA 11.** Número de ramos laterais das plantas na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.....36
- FIGURA 12.** Valores médios de diâmetro da copa na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.....38

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1.</b> Tratamentos.....	24
<b>TABELA 2.</b> Parâmetros de trocas gasosas, nas cultivares Santa Cruz e Valença.....	28
<b>TABELA 3.</b> Parâmetros de Eficiência Fotoquímica e Teor de Clorofila.....	40

## RESUMO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é uma hortaliça de grande importância devido a sua aceitação no mercado nacional e ao valor nutricional. Por ser uma cultura rústica e suportar elevadas temperaturas, a condição edafoclimática do Brasil favorece o seu desenvolvimento e produção, o quiabeiro responde de forma considerável a adubação orgânica, aumentando a produtividade e a qualidade dos frutos. Além do manejo na adubação, a disponibilidade hídrica afeta diretamente a produção, ou seja, limita a produtividade. O presente estudo objetivou avaliar as respostas do quiabo em relação a tolerância à seca quando submetidos a condições de escassez hídrica e adubação, através da análise de parâmetros fisiológicos e biométricos. O estudo foi conduzido em casa de vegetação no Laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x3, sendo duas cultivares de quiabo (V1- Santa Cruz 47 e V2- Valença), duas formas de manejo (com e sem adubação) e três regimes hídricos: irrigado (L1-100%), moderado (L2-50%) e severo (L3-25%) com 4 repetições, sendo a unidade experimental constituída de uma planta por vaso, totalizando 48 vasos. As plantas adubadas e que receberam lâmina de irrigação de 100%, se sobressaíram em relação às demais plantas nos parâmetros de concentração intracelular de CO<sub>2</sub> (Ci), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência intrínseca no uso da água (EIUA). Não houve diferenças estatísticas entre as variedades nas variáveis de eficiência no uso da água (EUA), eficiência intrínseca do uso da água (EIUA), concentração intracelular de CO<sub>2</sub> (Ci) e a razão da concentração intercelular pela concentração ambiente de CO<sub>2</sub> (Ci/C<sub>a</sub>). Nos parâmetros biométricos houve diferença significativa nos parâmetros de Altura, Diâmetro do caule, número de ramos laterais e diâmetro da copa dentro de cada tratamento e entre as variedades Santa Cruz 47 e Valença o comportamento foi semelhante. A adubação e irrigação influencia de forma significativa o desenvolvimento do quiabeiro, tanto na parte vegetativa como na produção. As plantas que receberam Lâmina de irrigação 100% tiveram maiores valores médios de EUA.

**Palavras-chave:** Trocas gasosas; eficiência fotoquímica; teor de clorofila.

## ABSTRACT

The okra, *Abelmoschus esculentus* (L.), is a vegetable of great importance due to its acceptance in the national market and nutritional value. As it is a rustic and high culture, the edaphoclimatic condition of Brazil favored its development and production. The okra responds in a way to organic fertilization, increases productivity and fruit quality. In addition to fertilizer management, water availability directly affects production, that is, it limits productivity. The present study aimed to evaluate the drought tolerance responses of okra when it occurs under conditions of water scarcity and fertilization, through the analysis of physiological and biometric parameters. The study was conducted in a greenhouse at the Center for Agronomic Biotechnology of the State University of Maranhão (UEMA), the experimental design was completely randomized, in a 2x2x3 factorial scheme, with two okra cultivars (V1- Santa Cruz 47 and V2- Valença), two forms of management (with and without fertilization) and three water regimes: irrigated (L1-100%), moderate (L2-50%) and severe (L3-25%) with 4 replications, the experimental unit being one tested. plant per pot, totaling 48 pots. The fertilized plants that received 100% irrigation, stood out in relation to the other plants in the parameters of intracellular concentration of CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>), efficiency of water use (EUA), intrinsic efficiency of water use (EIUA). There were no statistical differences between the varieties in the variables of water use efficiency (EUA), intrinsic water use efficiency (EIUA), intracellular concentration of CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>) and the ratio of the intercellular concentration to the ambient concentration of CO<sub>2</sub> (c<sub>i</sub>/ c<sub>a</sub>) In the biometric parameters there was a difference between the parameters of Height, Stem diameter, number of lateral branches and crown diameter within each treatment and between Santa Cruz 47 and Valença varieties the similar behavior was similar. Plants that received irrigation blade 100% higher average values of EUA.

**Keywords:** Gas exchange; photochemical efficiency; chlorophyll content.

## 1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.), é uma hortaliça de grande importância devido a sua aceitação no mercado nacional e ao valor nutricional. Por ser uma cultura rústica e suportar elevadas temperaturas, a condição edafoclimática do Brasil favorece o desenvolvimento e produção do quiabeiro. O consumo tem elevado a cada dia, se tornando preferência de muitos consumidores e presente em pratos típicos das diversas regiões do Brasil.

As regiões Sudeste e Nordeste são as maiores produtoras de quiabo do Brasil com 60.610 e 32.337 toneladas por ano, respectivamente (IBGE, 2017). O Maranhão é o quarto maior produtor do Nordeste com 2.994 toneladas, em São Luís, a produção é de 214 toneladas por ano (IBGE, 2017). A cultivar mais plantada no Brasil atualmente é a Santa Cruz 47, pois é bem adaptada às condições climáticas do país, possui ciclo curto, boa produção de frutos os quais, são muito bem aceitos no mercado local. Frutos e sementes de quiabo são comestíveis e frutos imaturos são uma rica fonte de fibras, carboidratos, vitaminas, minerais e substâncias antioxidantes (KAMALESH et al, 2016; PETROPOULOS et al, 2018; MASSUCATO et al, 2019).

A espécie *Abelmoschus esculentus* (L.), assim como outras hortaliças, responde de forma considerável a adubação orgânica, aumentando a produtividade e a qualidade dos frutos. As fontes comumente utilizadas para a adubação orgânica são os esterco (bovino e de ave). Além do manejo na adubação, a disponibilidade hídrica afeta diretamente a produção, ou seja, limita a produtividade (SOUZA, 2012).

Portanto, uma irrigação racional, respeitando a necessidade hídrica da cultura, pode contribuir para o aumento da produção e na qualidade final do produto. A quantidade de água a ser aplicada depende da intensidade de evapotranspiração, ou seja, a soma do processo de evaporação do solo e da transpiração da planta (FILHO et. al., 2011).

Em condições de estresse por deficiência hídrica, vários processos fisiológicos são alterados, tais como: fotossíntese, respiração, transpiração,

abertura estomática, produção de ácido abscísico, abscisão foliar e ajuste osmótico (PEIXOTO et. al., 2020).

Baseado nesse princípio, necessita-se de estudos com intuito de determinar o desempenho do quiabeiro sob diferentes lâminas de irrigação. O presente estudo objetivou avaliar as respostas do quiabo em relação a tolerância à seca quando submetidos a condições de escassez hídrica e adubação, através da análise de parâmetros fisiológicos e biométricos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aspectos gerais do quiabo**

O quiabeiro é uma hortaliça da família Malvaceae, produzido no Brasil, principalmente pelos pequenos agricultores e possui um alto valor nutritivo, medicinal e comercial. É cultivado principalmente nas regiões tropicais e subtropicais e é intolerante ao frio (JARRET et al., 2011). Sua origem é africana, e crer-se que a cultura foi introduzida no Brasil pelos escravos (CASTRO, 2005; MOTA et al., 2006). O quiabo apresenta características que estimulam a produção e o consumo como ciclo rápido, custo de produção economicamente viável e alto valor nutritivo, contém vitaminas A e C, e fonte de cálcio, ferro e niacina (COSTA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2011).

A planta do quiabeiro possui porte arbustivo ereto, caule semilenhoso que pode atingir três metros de altura. A sua raiz pode atingir 1,90 m de profundidade, tipo pivotante. O estágio vegetativo vai de 0 a 64 dias e o reprodutivo de 65 a 120 dias (GALATI, 2010). Segundo Mota (2006), o fruto do quiabeiro é constituído por 89,95% de água. Devido a esse fator o quiabo é uma fruta de elevada perecibilidade, portanto a sua pós-colheita deve ser ágil, visando reduzir o máximo possível o tempo de comercialização, para evitar perdas. A produtividade pode chegar a 22 toneladas por ha, se for bem conduzido e cuidado. Devido às condições locais de determinadas regiões do nosso país, o quiabeiro pode ser cultivado o ano inteiro e ter um bom rendimento (COSTA et al., 2017). As hastes, folhas e frutos são geralmente cobertas com pelos duros e ásperos (ALMEIDA, 2015).

Uma grande problemática do quiabeiro é a baixa taxa de germinação das sementes, pois contribui para que a população de plantas seja variável no campo. Isto faz com que sejam semeadas grandes quantidades de sementes e posteriormente, após a emergência das plântulas, haja necessidade de ser realizado desbaste quando se faz a semeadura direta no campo (FILGUEIRA, 2008), portanto, aumenta o custo de produção da cultura, gerando um "stand" desuniforme e com diminuição da produtividade (ALMEIDA, 2015).

A espécie *A. esculentus* possui várias cultivares, de formas, cores e tempos de desenvolvimento diferentes, porém, a cultivar mais plantada no país atualmente é a Santa Cruz, por questões de adaptação, produção e os frutos serem aceitos no mercado brasileiro (SOUZA, 2012).

## **2.2 Adubação orgânica**

A adubação orgânica é essencial para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, por seu custo ser baixo, o que reduz os custos de produção. A adubação mineral é o insumo que mais eleva o custo de produção do quiabeiro (OLOWOAKE & OJO 2014). Existem várias formas ecológicas de manejo da fertilidade do solo, porém, vale destacar a adubação orgânica com a utilização de esterco, na sua maioria de aves e de bovinos, visando melhorar as propriedades do solo (físicas, químicas e biológicas), aumento da CTC (capacidade de trocas catiônicas), estabilizar os agregados, redução da densidade do solo e conseqüentemente elevando o aproveitamento dos nutrientes (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Filgueira (2012), o desenvolvimento do quiabo em diversos tipos de solos é aceitável, porém, deve ter uma drenagem adequada. Em solos com baixa fertilidade e arenoso é necessário a adubação, de preferência orgânica para aumento na produção. O cultivo do quiabeiro tem se intensificado, então estudos em relação a adubação, manejo e plantio se faz necessário, visando ganho na quantidade e qualidade, e com isso garantir ao produtor e consumidor melhores retornos (ALMEIDA, 2015).

Nos últimos anos a adubação mineral tem aumentado o seu valor comercial, e como a maior parte da produção do quiabo é realizada por

pequenos produtores, torna a produção onerosa para esses produtores, então a adubação orgânica se faz necessário para reduzir os custos na produção (ALMEIDA, 2015). O quiabeiro necessita de doses elevadas de adubo orgânico, para garantir a melhor qualidade dos frutos e aumento na produtividade, tornando o uso de fertilizantes minerais não necessário (TRANI et al., 2008).

Devido ao intemperismo, processos e fatores de formação dos solos, as regiões áridas e semiáridas apresentam baixo teor de matéria orgânica, a produtividade é diretamente ligada aos níveis de fertilidade do solo, portanto, a ciclagem de nutrientes, proporcionada pela matéria orgânica, possibilita a manter a produtividade (NOVAIS, et. al., 2007).

### **2.3 Demanda hídrica**

As hortaliças em geral sofrem muita influência das condições de umidade do solo no seu desenvolvimento. A falta de água geralmente é o fator mais limitante na extração de alta produtividade e produtos de alta qualidade (PAES et al., 2012).

A irrigação é uma das atividades agrícolas mais importante na produção de alimentos no mundo, principalmente em regiões com irregularidades na distribuição das chuvas. Ela também é uma das atividades de maior consumo de água, sendo fundamental a adesão de técnicas que aumentem a eficiência do uso da água, sem que haja queda na produtividade das culturas (SOUZA et al., 2011).

Neste contexto, o conhecimento das possíveis interações entre os fatores climáticos, edáficos e das espécies a serem cultivadas podem auxiliar no manejo e na produção de hortaliças (COSTA, 2014). Para o bom desenvolvimento da planta e plena qualidade dos frutos, o quiabeiro necessita de uma disponibilidade hídrica adequada no solo durante seus processos metabólicos (SALOMÃO et al., 2014).

Para que o manejo de irrigação seja realizado de forma eficiente, utilizam-se lâminas de água baseadas em coeficientes de cultivo e que correspondem à demanda real de água exigida pelas condições de cultivo (GOMES et al., 2010). A determinação correta e precisa do uso dos recursos

hídricos contidos nos sistemas de cultivo é essencial para o manejo hidrológico (LIBARDI et al., 2019).

Os critérios para quantificar a água a ser aplicada a uma determinada cultura estão relacionados à capacidade da superfície do solo e da vegetação de perder água para a atmosfera (COSTA, 2014). Um dos métodos mais comuns de quantificação da água a ser disponibilizada ao longo do ciclo da cultura é observar os processos de evaporação do solo e transpiração da planta em conjunto, conhecidos como evapotranspiração (SILVA e RAO, 2006).

A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) é essencial para identificar as variações temporais nas necessidades de irrigação e melhorar a alocação dos recursos hídricos, que podem ser obtidas por meio medidas diretas, estimativas ou fórmulas empíricas baseadas em dados meteorológicos que afetam às condições climáticas da área de estudo (ALENCAR et al., 2015). A densidade e a variedade das plantas, bem como as características fisiológicas e morfológicas da cultura, são representadas pelo seu coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), que leva em consideração essas características da planta e os efeitos da evaporação do solo e varia ao longo do seu ciclo em função da taxa de crescimento e, conseqüentemente, a variação na cobertura do solo (CRUSCIOL et al., 2003). A evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) é obtida pelo valor de  $ET_0$  corrigido por  $K_c$ , que depende do tipo de cultura e do estágio de desenvolvimento e, portanto, da distribuição temporal de seus valores (FIGUEIREDO et al., 2009).

De acordo com Paes et al. (2012),  $K_c$  é a expressão da necessidade hídrica da planta, e seu valor não é fixo para todas as situações climáticas. Portanto, há uma distribuição temporal de seus valores durante o ciclo de crescimento da planta que forma a curva de cultura. Costa (2014) observou que a cultura do quiabeiro possui baixa demanda hídrica. Por esse motivo recomendam-se observações para não fornecer água em quantidade que prejudique o desenvolvimento da cultura e favoreça a ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas, devido à alta umidade, bem como não fornecer água abaixo das necessidades cultura.

## 2.4 Parâmetros fisiológicos

A agricultura tem uma série de desafios, e um desses, é a busca por elevar a produtividade, que pode ser alcançado por meio de técnicas que aumentam a eficiência fisiológica. Variáveis como taxa fotossintética ( $A$ ), concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e taxa de transpiração ( $E$ ) são processos que estão interligados, e são geralmente influenciados pela disponibilidade de água nas plantas (SING et al., 2013; PETELA, 2007). Vale destacar que a quantidade reduzida de água é um dos fatores que afetam a fisiologia da planta e seu desenvolvimento. Conhecer a quantidade exata de água, que a planta necessita, é essencial, pois esse fator afeta o teor de clorofila da planta, reduz o crescimento e o rendimento das plantas (GUETA-DAHAN et al., 1997; ANJUM al., 2003; BEGUN e PAUL, 1993; MAFAKHERI et al., 2010; MORAN et al., 1994; YOUNIS et al., 2000; ZAYED e ZEID, 1997).

Os níveis de irrigação interferem no processo fotossintético do quiabeiro, ~~em~~ as plantas com menor lâmina de irrigação modificam seu metabolismo para melhor se adaptar às condições de estresse. Informações sobre o comportamento fisiológico em relação ao déficit hídrico e o suprimento necessário de água para o quiabeiro é essencial, pois além de conhecer o comportamento da planta, fornece ao produtor alternativas para realizar o manejo adequado da irrigação (FARIAS, 2016).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área experimental

O estudo foi conduzido durante o período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021 em casa de vegetação do Laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) (Figura 1), localizada em São Luís, MA, campus São Luís, nas coordenadas geográficas 2°35'34" S de latitude, 44°23'45" W de longitude e 53 m de altitude. A casa de vegetação é construída de alvenaria, com laterais em sombrite (50%) e o teto coberto com telha branca. O clima da região é caracterizado como tropical úmido com duas estações, uma seca e outra chuvosa, segundo o Núcleo Geoambiental (2021) da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA a temperatura média durante o experimento foi de 27°C, umidade relativa média do ar de 76% e precipitação pluviométrica média entre 1600 a 2000 mm.



**FIGURA 1.** Casa de vegetação do Laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Parte interna da casa de vegetação (A), imagem aérea da casa de vegetação (B) e telha utilizada na cobertura da casa de vegetação.

#### 3.2 Plantio e Manejo

Para a semeadura das cultivares de quiabo Santa Cruz 47 e Valença foram utilizados sacos de Polietileno de baixa densidade, nos quais foram produzidas 100 mudas (figura 2A); para os tratamentos sem adubação as mudas foram produzidas em substrato contendo terra preta, já para os tratamentos com adubação as mudas foram produzidas em substrato na proporção 5:1 (5 partes de terra preta para 1 parte de esterco de ave), onde permaneceram 20 dias após a emergência. Posteriormente, as mudas foram transplantadas para os vasos de 25 L (Figura

2B), onde permaneceram até o final do experimento (Figura 2C); metade dos vasos foram adubados com esterco de ave na proporção 4:1 (4 partes de terra preta para 1 parte de esterco de ave) e a outra metade não foi adubada (apenas terra preta). Foi realizado o controle de plantas daninhas manualmente e o controle de pragas e doenças com a utilização de óleo de Nim diluído em água a cada 10 dias. Os métodos de controle foram utilizados somente após verificação da infestação nas plantas por meio de avaliação da incidência das pragas de modo que a amostragem de pulgões foi realizada semanalmente, por meio da contagem do número de adultos presentes na face inferior de uma folha por planta (MOURA et. al., 2019). As lâminas de irrigação foram determinadas de acordo com os cálculos da ETc (Evapotranspiração da cultura) calculadas a partir do software SMAI 2.0 (MARIANO et al., 2011).



**FIGURA 2.** Materiais utilizados no estabelecimento do experimento, sacos de polietileno utilizado na produção das mudas (A), vaso de 25L (B) e Bancadas da casa de vegetação onde se conduziu o experimento (C).

### 3.3 Parâmetros Fisiológicos analisados

#### 3.3.1 Determinação de Trocas Gasosas

Para as determinações das trocas gasosas foram avaliados no período da manhã nos horários entre 07:00 às 09:30 horas os seguintes parâmetros: assimilação fotossintética de  $\text{CO}_2$  (A), condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração instantânea (E), déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar ( $DPV_{\text{folha-ar}}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  no mesófilo foliar ( $C_i$ ) e a razão da concentração intercelular pela concentração ambiente de  $\text{CO}_2$  ( $C_i/C_a$ ). Para a determinação dos parâmetros supracitados, utilizou-se o Sistema Portátil de Medição das Trocas Gasosas (IRGA), modelo LI-6400XT®, LI-COR, Lincoln, NE, USA (Figura 3). A partir dos valores obtidos por meio do IRGA, a eficiência do uso da água (EUA) foi estimada pela relação entre os valores da assimilação fotossintética de  $\text{CO}_2$  (A) e os valores da transpiração (E). Em paralelo, a eficiência intrínseca

do uso da água (EIUA) foi estimada pela relação dos valores de  $A$  e  $g_s$ . Na avaliação das plantas, uma luz artificial (sistema acoplado ao IRGA, com leds azuis e vermelhos) com intensidade de  $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  foi utilizada.



**FIGURA 3.** Determinação das trocas gasosas por meio do equipamento IRGA.

### 3.3.2 Determinação da Eficiência Fotoquímica

A emissão da fluorescência da clorofila  $a$  foi avaliada por meio do fluorímetro Pocket - PEA (Plant Efficiency Analyser - Hansatech, Norfolk, UK) (Figura 4). Para tanto, pinças fornecidas pelo fabricante para a adaptação do tecido foliar ao escuro foram utilizadas por 30 minutos, para que os centros de reação adquirissem a condição de abertos ( $Q_a$  oxidada). A indução da fluorescência ocorreu após a adaptação da parte da folha ao escuro, por meio de um único pulso forte de luz de 1 segundo ( $3500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), que foi aplicado com três diodos emissores de luz (650 nm).

Na ocasião foram determinadas a fluorescência inicial ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ) e a relação  $F_v/F_m$  (rendimento quântico máximo do fotossistema II) (STRASSER et al. 2000).

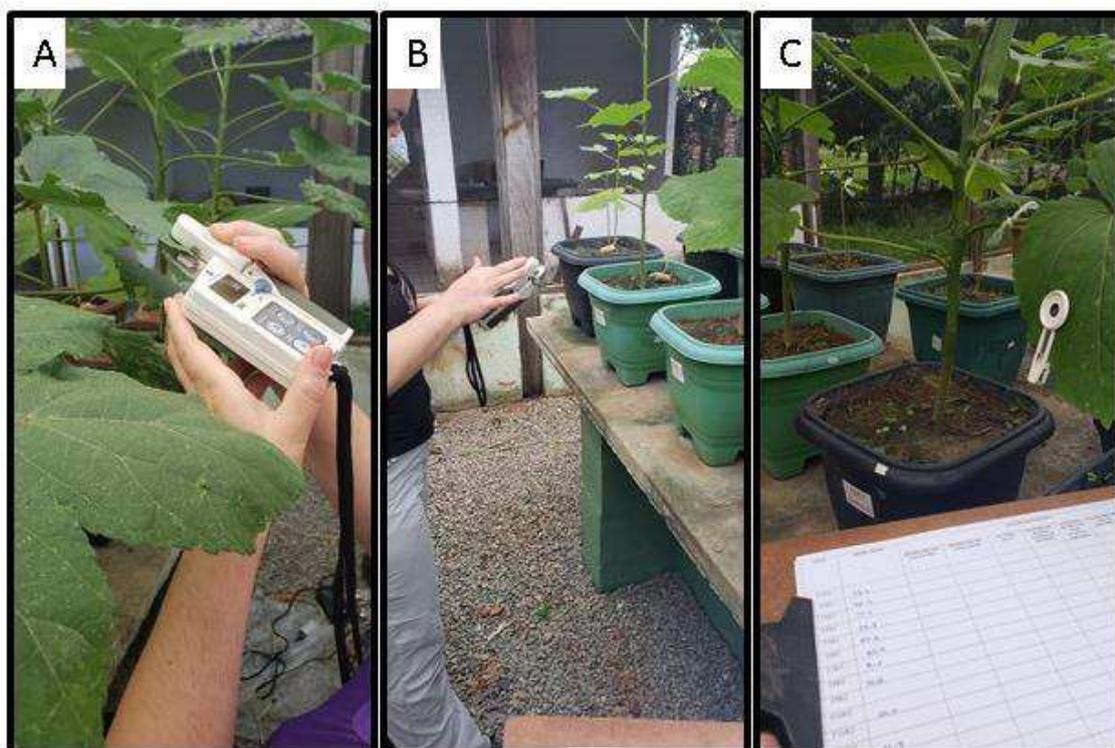
Foi avaliado também o índice fotossintético (PI), o qual integra três outros parâmetros independentes sendo: a densidade dos centros de reação ativos (RC) por unidade de moléculas de clorofilas no sistema antena do PSII (RC/ABS); a eficiência do elétron que reduziu Quinona A (Qa) que entrou na cadeia transportadora de elétrons (ET/(TR-ET); e a relação entre a capacidade de redução de Qa pelo fóton absorvido. A variável PI reflete a atividade dos fotossistemas I e II, e fornece uma informação quantitativa sobre o estado atual da atividade fotoquímica da folha sob condições de estresse (STRASSER et al., 2000).



**FIGURA 4.** Determinação da Eficiência Fotoquímica máxima do PSII por meio do equipamento Pocket-PEA.

### 3.3.3 Determinação da intensidade de coloração verde das folhas

A intensidade de coloração verde das folhas foi avaliada por meio do Medidor Portátil de Clorofila, modelo SPAD-502® “Soil Plant Analyser Development” (Minolta, Japão) (Figura 5). A medição desse parâmetro foi feita nas mesmas folhas em que foram feitas as medições da eficiência fotoquímica e das trocas gasosas. Em cada folha, três determinações foram feitas, e destas foi obtida a média.



**FIGURA 5.** Determinação da intensidade de coloração verde das folhas por meio do equipamento SPAD-502

## 3.4 Parâmetros Biométricos analisados

### 3.4.1 Altura da Planta

A altura das plantas (Figura 6B) foi determinada com régua de poliestireno graduada em cm. Mediu-se a altura do caule principal das plantas eretas desde a base do solo até o ápice de cada planta e os valores anotados em uma planilha.

### 3.4.2 Diâmetro do caule

O diâmetro médio de caule (figura 6C) foi determinado com paquímetro de Aço Inox Universal Digital 150 mm, em que mediu-se a circunferência do caule a uma altura de 5 cm acima da superfície do solo, em seguida os valores foram anotados em uma planilha.

### 3.4.3 Diâmetro da copa

O diâmetro da copa foi determinado utilizando régua de poliestireno graduada em cm, em que mediu-se o diâmetro de um lado da planta para o outro, posteriormente o dado era anotado em uma planilha.

### 3.4.4 Número de ramos laterais

O número de ramos foi contado de forma manual, dos ramos visíveis, e posteriormente o dado era anotado em uma planilha.



**FIGURA 6.** Medições dos parâmetros biométricos

### 3.5 Análises dos dados

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo duas cultivares de quiabo (V1- Santa Cruz 47 e V2- Valença), duas formas de manejo (com e sem adubação) e três regimes hídricos: irrigado (L1-100%), moderado (L2-50%) e severo (L3-25%) com 4 repetições, sendo a unidade experimental constituída de uma planta por vaso, totalizando 48 unidades experimentais.

Os dados coletados foram analisados e comparados através da análise de variância(ANOVA) e quando verificado efeito significativo, as médias foram submetidas ao teste Tukey e teste F para comparação entre variedades ( $P \leq 0,05$ ), utilizado o software Sisvar, para a realização das tabelas utilizou-se o Microsoft Office e a confecção dos gráficos foi realizado no software Minitab Statistical.

**TABELA 1:** Tratamentos

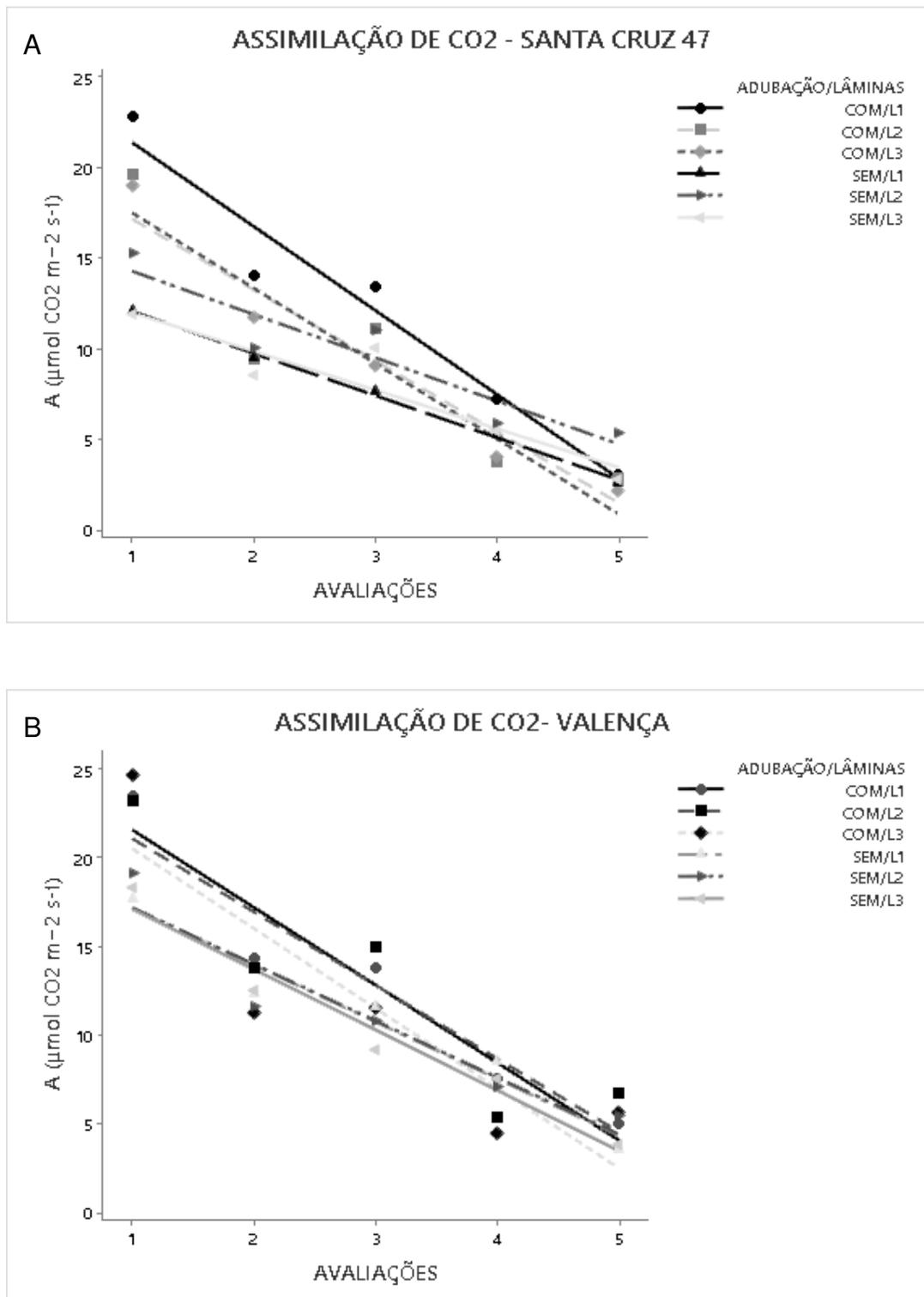
<b>Siglas</b>	<b>Tratamentos</b>
S/COM/L1	SANTA CRUZ 47/COM ADUBAÇÃO/100%
S/COM/L2	SANTA CRUZ 47/COM ADUBAÇÃO/50%
S/COM/L3	SANTA CRUZ 47/COM ADUBAÇÃO/25%
S/SEM/L1	SANTA CRUZ 47/SEM ADUBAÇÃO/100%
S/SEM/L2	SANTA CRUZ 47/SEM ADUBAÇÃO/50%
S/SEM/L3	SANTA CRUZ 47/SEM ADUBAÇÃO/25%
V/COM/L1	VALENÇA/COM ADUBAÇÃO/100%
V/COM/L2	VALENÇA/COM ADUBAÇÃO/50%
V/COM/L3	VALENÇA/COM ADUBAÇÃO/25%
V/SEM/L1	VALENÇA/SEM ADUBAÇÃO/100%
V/SEM/L2	VALENÇA/SEM ADUBAÇÃO/50%
V/SEM/L3	VALENÇA/SEM ADUBAÇÃO/25%

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Determinação das Trocas Gasosas

De acordo com a Tabela 2, os parâmetros das trocas gasosas que tiveram diferenças significativa ( $P \leq 0,05$ ) nos tratamentos foram a assimilação fotossintética de  $\text{CO}_2$  (A) e o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar ( $\text{DPV}_{\text{folha-ar}}$ ). Os parâmetros condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração instantânea (E) não obtiveram diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre as cultivares. Já os parâmetros eficiência no uso da água (EUA), eficiência intrínseca do uso da água (EIUA), concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) e relação  $C_i/C_a$  tiveram diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) dentro de cada cultivar.

A assimilação fotossintética de  $\text{CO}_2$  é afetada diretamente pela irrigação disponibilizada para as plantas, nos tratamentos com adubação e lâmina 1 obteve o seu valor elevado, nas duas variedades, como podemos observar na Tabela 2 e Figura 8. Esse resultado corrobora os resultados obtidos por Catuchi et al. (2012), onde a irrigação reduziu em 50% os valores de A, independente da adubação. Rívero et al. (2014) encontraram resultados semelhantes na cultura do tomate. As respostas observadas da deficiência hídrica sobre os parâmetros fotossintéticos correspondem aos efeitos frequentemente reportados na literatura, em virtude da limitação hídrica verificada pelos valores de potencial de água na folha (CHAVES et al., 2009; PINHEIRO & CHAVES, 2011).



**FIGURA 7.** Valores médios da assimilação fotossintética de CO<sub>2</sub> na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.

A condutância estomática ( $g_s$ ) e a Transpiração (E) não foram afetadas pelo regime hídrico. Segundo Dutra et al. (2015) a redução da condutância estomática e da transpiração pode estar ligada à sensibilidade ao déficit hídrico, uma vez que nestas condições, as plantas sensíveis tendem a modificar mais rápido suas funções fisiológicas, uma maneira de assegurar o conteúdo de água necessário para o funcionamento das células, entretanto, limita à entrada de  $CO_2$ . Segundo Jacinto Júnior et al. (2019) com os valores de assimilação fotossintética de  $CO_2$  (A) reduzidos e a condutância estomática ( $g_s$ ) não reduzida, indica que a perda de água ocorre antes e mais intensamente do que a inibição da fotossíntese, evidenciando que mesmo com os estômatos abertos e havendo perda de água através da transpiração, a planta consegue fixar carbono para produção de fotoassimilados.

Dessa forma, o resultado do presente estudo evidencia que o quiabo modifica suas funções fisiológicas, de modo que o estresse hídrico não afeta a abertura estomática, diferenciando dos trabalhos de Catuchi et al. (2012), estudando no milho e Mendonça (2020), trabalhando com o amendoim forrageiro, onde o estresse hídrico afetou diretamente a abertura estomática.

O déficit de pressão de vapor ( $DPV_{folha-ar}$ ) diferiu estatisticamente entre as variedades e, no geral, a cultivar Santa Cruz 47 teve valores mais elevados. Já entre os tratamentos, a cultivar Valença não apresentou diferença significativa, por outro lado a cultivar Santa Cruz 47 obteve diferença significativa, onde os valores mais elevados foram nos tratamentos com adubação. Resultados semelhantes aos resultados apresentados de Maia Júnior (2018) estudando cana-de-açúcar. O acréscimo do  $DPV_{folha-ar}$  sob déficit hídrico ocorre devido à redução da perda de água pelas folhas, e funciona de forma efetiva como um parâmetro de sinalização de estresse em plantas (ENDRES et al., 2010; SILVA et al., 2013). Os valores da concentração intracelular de  $CO_2$  ( $C_i$ ) não foram influenciados pelas variedades, porém, a adubação e a lâmina de irrigação proporcionaram maiores valores de concentração interna de  $CO_2$ . Esses maiores valores foram observados no tratamento sem adubação e lâmina1 (SEM/L1). Isto indica que essa quantidade de água aplicada proporcionou um  $C_i$  elevado, ou seja, a água se torna um fator limitante em relação a esse parâmetro no quiabeiro, pois a disponibilidade de água para as plantas influencia indiretamente a aquisição de  $CO_2$  via estômatos (PIMENTEL, 2004).

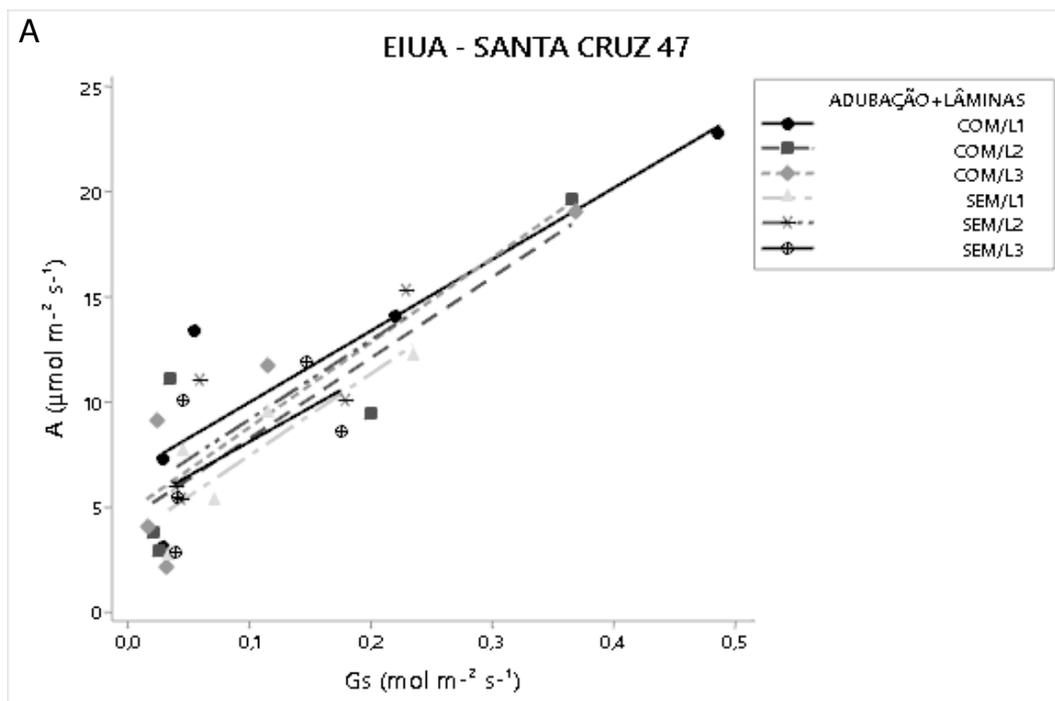
**TABELA 2.** Valores médios dos parâmetros das trocas gasosas, nas cultivares Santa Cruz e Valença dentro de cada tratamento hídrico e adubação.

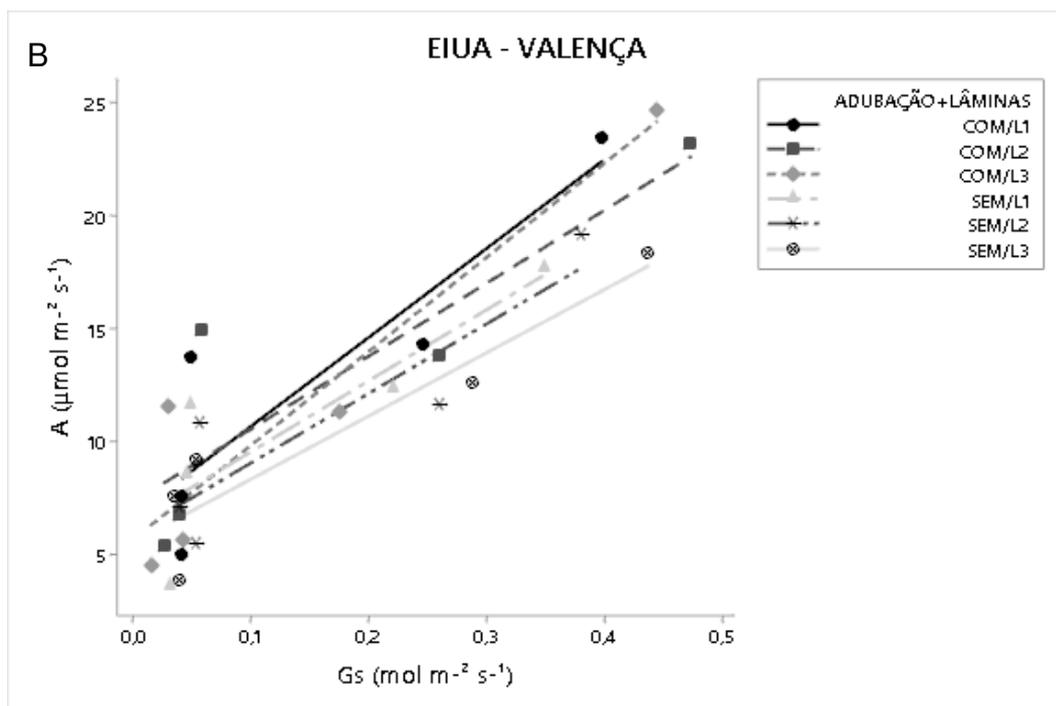
Parâmetros ecofisiológicos	SANTA CRUZ 47						VALENÇA					
	COM ADUBAÇÃO			SEM ADUBAÇÃO			COM ADUBAÇÃO			SEM ADUBAÇÃO		
	100%	50%	25%	100%	50%	25%	100%	50%	25%	100%	50%	25%
<b>A</b>	12,119aA	9,3510bB	9,2095bB	7,4240bB	9,5220aAB	7,7335bB	12,835a	12,851a	11,545a	10,773a	10,834a	10,308a
<b>gs</b>	0,163295a	0,145832b	0,110632a	0,099564a	0,109466a	0,088699a	0,154624a	0,170948a	0,140982a	0,138679a	0,157726a	0,170217a
<b>E</b>	2,6355a	2,1305b	2,1145a	2,1915a	2,3815a	2,1050b	2,8515a	3,0055a	2,3545a	2,7305a	2,1915a	2,9520a
<b>DPV<sub>folha-ar</sub></b>	2,7520aB	3,0170aA	3,0025aAB	2,9390aAB	2,8585a	2,9820aA	2,8320a	2,8555b	2,8420b	2,8880a	2,7345a	2,7990b
<b>EUA</b>	5,3275aAB	5,0510aAB	5,7860aA	3,4700aC	4,3200aAB	3,8385aBC	4,8930a	5,0510a	6,4360a	4,4590a	4,3115a	4,0830a
<b>EIUA</b>	156,98aAB	158,13aAB	185,56aA	108,16aBC	127,16aBC	97,96aC	142,72aB	154,70aAB	200,02aA	135,89aB	121,56aB	120,14aB
<b>Ci</b>	123,73aABC	114,79aBC	77,107aC	206,40aA	167,30aAB	185,25aAB	140,18a	119,85a	53,108a	151,10a	174,50a	176,59a
<b>Ci/Ca</b>	0,3095aAB	0,2945aAB	0,1960aC	0,5490aA	0,4285aAB	0,4715aAB	0,3620aA	0,3095aBC	0,1345aC	0,3900aA	0,4510aA	0,4595aA

A - Assimilação fotossintética de CO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); gs - condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); E - transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); DPV<sub>folha-ar</sub> - déficit de pressão de vapor entre folha e ar (kPa); EUA - eficiência do uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}$ ); EIUA - eficiência intrínseca do uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}$ ); (Ci) concentração intercelular de CO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ); Ci/Ca- razão da concentração intercelular pela concentração ambiente de CO<sub>2</sub>. Letras minúsculas diferentes expressam diferenças entre cultivares e as letras maiúsculas diferentes expressam a adubação e lâminas em cada cultivar.

É comum valores de  $C_i$  serem influenciados pela condutância estomática ( $g_s$ ), resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2015), que estudaram aspectos fisiológicos na cultura da berinjela e observaram que o valor de  $C_i$  aumentou linearmente à medida que aumentaram as lâminas de irrigação e a disponibilidade hídrica; assim, explica-se que, comumente, o incremento nos valores de  $C_i$  é acompanhado de acréscimos na condutância estomática; deste modo, a limitação estomática seria o fator principal da limitação do desempenho fotossintético de vez que, quanto maior a abertura estomática maior a difusão de  $CO_2$  para a câmara subestomática (SILVA et al., 2015).

A relação entre as concentrações de gás carbônico interno e externo ( $C_i/C_a$ ) não diferiu entre as variedades, mas houve diferença dentro de cada cultivar. Esse parâmetro constata a eficiência das relações metabólicas, e quanto mais próximo o valor for de 1,0 esse processo é menos eficiente ou ineficiente (MAIA JÚNIOR, 2019). Podemos observar na Tabela 2, que os valores  $C_i/C_a$  nos tratamentos sem adubação e com estresse hídrico foram maiores, apesar de não se aproximarem de 1,0. Entre as variedades não houve diferença estatística, porém, dentro de cada cultivar diferiram as variáveis adubação e lâminas, onde as plantas que receberam as maiores lâminas d'água e adubação tiveram maiores valores de  $C_i/C_a$ , em comparação com as plantas sem adubação e menores lâminas d'água.





**FIGURA 8.** Eficiência intrínseca no uso da água na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.

Ao observar a Tabela 2, nota-se que não houve diferença significativa entre as cultivares quanto ao parâmetro eficiência intrínseca de uso da água (EIUA), porém, dentro de cada cultivar observa-se que houve diferença ( $P \leq 0,05$ ). Na Figura 9 podemos observar que na variedade Santa Cruz 47, os valores médios ficaram entre 185,56 (S/COM/L3) e 97,96 (S/SEM/L3), o que representa uma diferença de 89,45% entre esses dois tratamentos. Já na variedade Valença os valores ficaram entre 120,14 (V/COM/L3) e 200,02 (V/SEM/L3) correspondendo a uma diferença de 66,49%.

Os parâmetros EUA (eficiência no uso da água) e EIUA (eficiência intrínseca do uso da água) nos permite saber e/ou definir o controle dos estômatos durante o processo metabólico (MANALAVAN et al., 2009). Nota-se na Tabela 2 que a EUA não diferiu estatisticamente entre as variedades e, dentro das cultivares, não houve diferença entre adubação e lâminas na variedade Valença. Já na cultivar Santa Cruz 47 podemos observar que a variável se comportou de forma diferente, ou seja, diferiu estatisticamente, com valores entre 3,47 e 5,78 nos tratamentos S/SEM/L1 e S/COM/L3, respectivamente. Resultado esse se assemelha a Jacinto Júnior et al. (2019) que encontraram valores diferentes para cultivares

de fava. Segundo Taiz et al. (2017), o aumento na eficiência intrínseca do uso da água está associado a uma assimilação elevada de CO<sub>2</sub> com uma pequena perda de água, e é determinada pela relação entre a fotossíntese e a condutância estomática (CHAVES et. al., 2004), portanto os maiores valores encontrados nos tratamentos com irrigação, podem estar relacionados a disponibilidade de água, que proporciona uma maior abertura dos estômatos, o que é necessário para a planta realizar os processos fisiológicos.

## **4.2 Parâmetros biométricos**

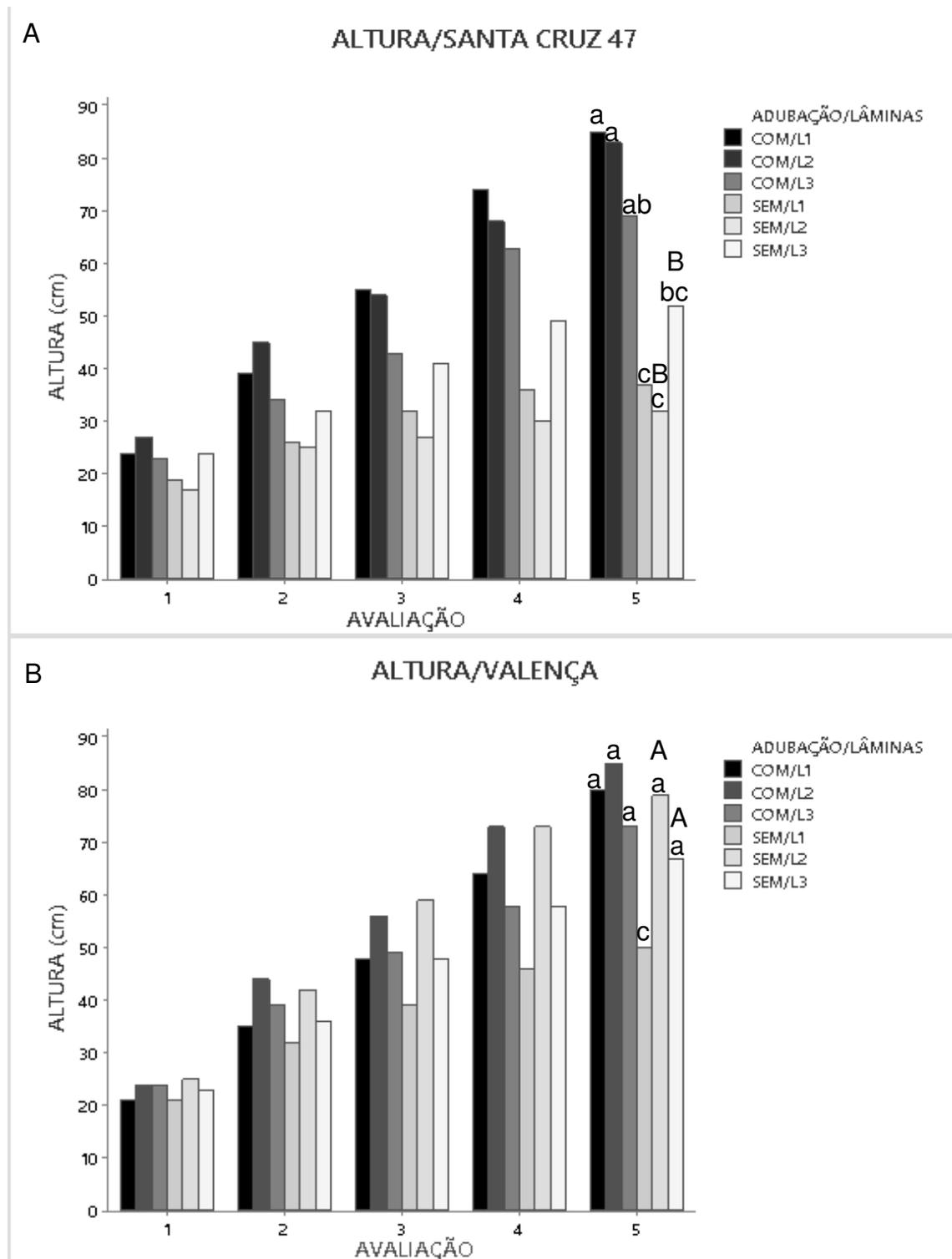
### **4.2.1 Altura**

Na figura 10, podemos observar que houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre as variedades, nas plantas sem adubação e com lâmina 2 (SEM/L2) e nas plantas sem adubação e lâmina 3 (SEM/L3), dentro de cada tratamento houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre as variáveis adubação e lâminas. Na cultivar Valença, os valores médios mais elevados foram encontrados nas plantas com tratamento V/COM/L2 com 85,75 cm e menor no tratamento V/SEM/L1 com 50,75 cm, apresentando uma diferença de 68,97% entre esses tratamentos. Na variedade Santa Cruz 47 o valor mais elevado foi no tratamento S/COM/L1 com 85,50 cm e o menor no tratamento S/SEM/L2 com 32,75 cm, uma diferença de aproximadamente 161,07%.

De acordo com Costa (2014) que, trabalhando com a cultura do quiabo em diferentes lâminas de irrigação por gotejamento, notou que lâminas de irrigação influenciam a altura média da cultura com 108%, e Santos (2019), também trabalhando com quiabo, encontrou os maiores valores de altura quando a cultivar foi submetida a maior lâmina, obteve uma diferença de 59,34% e 39,56% entre as maiores e menores lâminas de irrigação, respectivamente.

Jayapiratha et al. (2010), estudando o desenvolvimento do quiabeiro sob sistema de irrigação por gotejamento em diferentes tempos de irrigação, relatam que quando a disponibilidade de água e a umidade do solo aumentam, a capacidade de retenção e o crescimento da planta também aumentam. Os mesmos autores relatam que a cultura atingiu altura de 100 cm na nona semana

do período de cultivo no tratamento que recebeu a maior frequência de água no intervalo de irrigação.



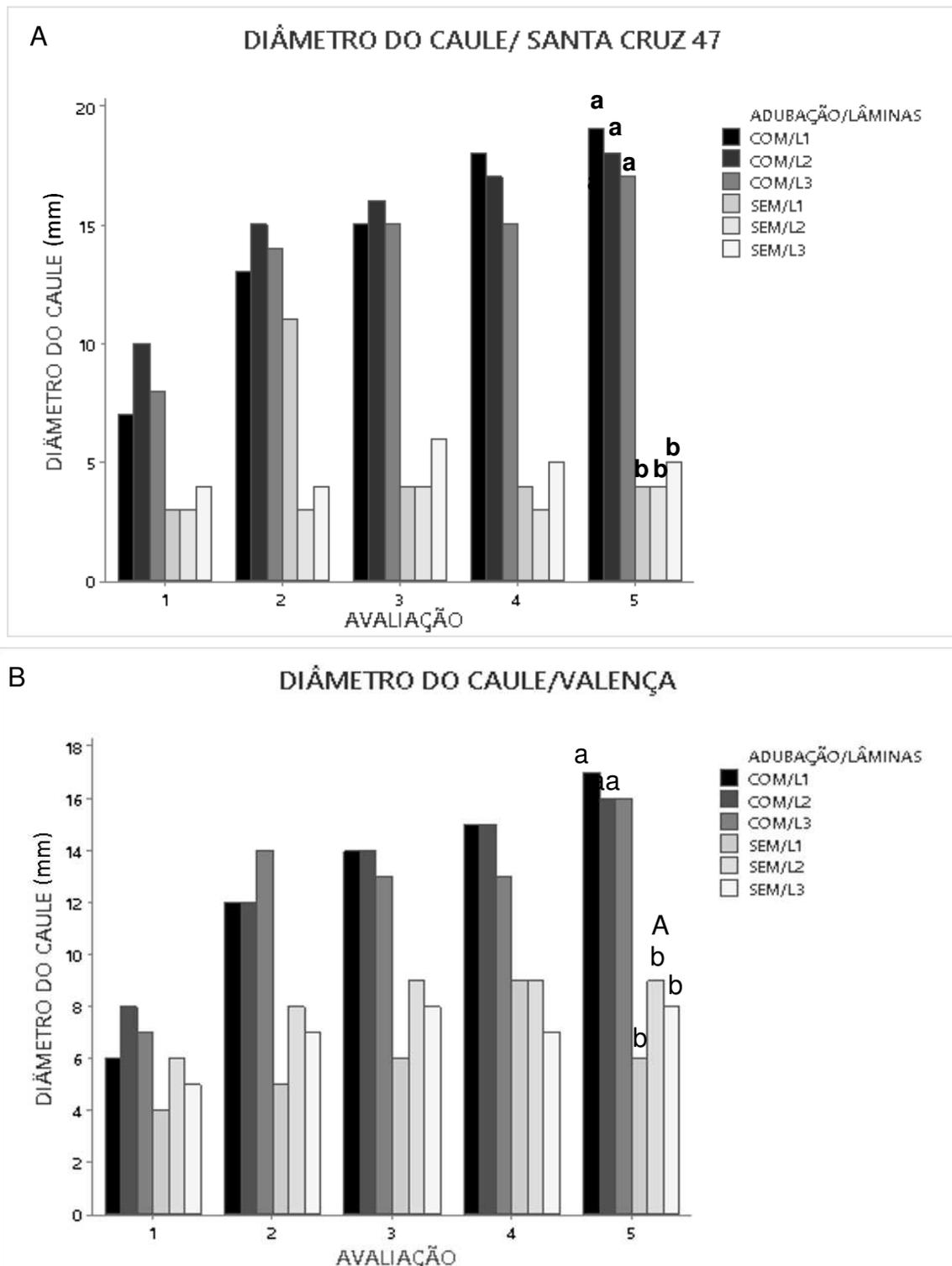
**FIGURA 9.** Altura das plantas de quiabo na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.

#### 4.2.2 Diâmetro do caule

A variável diâmetro do caule (Figura 11) diferiu estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ) em adubação e as lâminas dentro de cada variedade. Na variedade Santa Cruz, os valores médios mais elevados foram encontrados nas plantas com tratamento S/COM/L1 com 19,06 mm e menor no tratamento S/SEM/L2 com 4,05 mm, uma diferença de 470,6%. Na variedade Valença, o valor médio mais elevado foi no tratamento V/COM/L1 com 17,69 mm e o menor no tratamento V/SEM/L1 mm com 6,88 mm, uma diferença de aproximadamente 257,15%. Já entre as variedades, o tratamento SEM/L2 diferiu estatisticamente, o restante não apresentou diferença estatística.

Nota-se que a adubação e as lâminas de irrigação usadas no presente trabalho afetam o desenvolvimento do diâmetro do caule da cultura, resultados semelhantes com o de Costa (2014) estudando a cultura do quiabo encontrou 115,9% de diferença entre os tratamentos da eficiência do tanque classe A. Souza (2012) encontrou também na cultura do quiabo em diferentes lâminas de irrigação uma diferença de 125% e Santos (2019) também encontrou resultados semelhantes.

Então a lâmina de irrigação proporciona um maior desenvolvimento do caule na cultura do quiabeiro, pelo fato de ter uma maior quantidade de água disponível para o desenvolvimento da cultura. Segundo Taiz e Zeiger (2013) uma planta, quando submetida ao estresse hídrico, os seus aspectos biométricos são significativamente afetados, portanto, modifica a morfologia e anatomia da cultura, reduz o crescimento e limita muitas reações metabólicas.



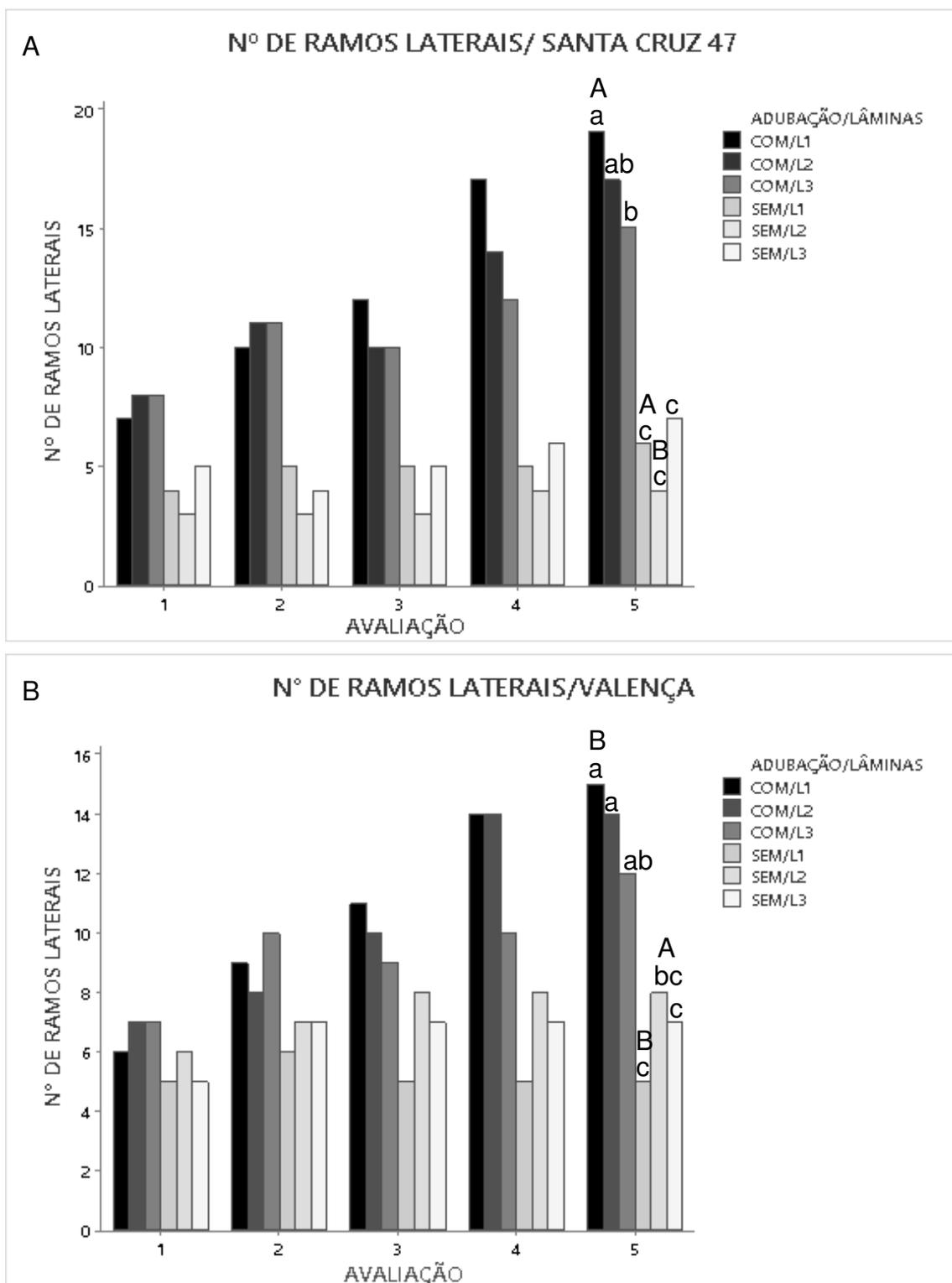
**FIGURA 10.** Valores médios de diâmetro do caule em mm, na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.

### 4.2.3 Número de ramos laterais

A variável número de ramos laterais (Figura 12) apresentou diferença estatística dentro de cada variedade (adubação/lâminas de irrigação) ( $P \leq 0,05$ ), já entre as variedades podemos observar que somente as plantas do tratamento SEM/L2 apresentou diferença estatística em relação aos demais tratamentos. Nota-se que sob estresse nutricional e hídrico o quiabeiro tende a reduzir a quantidade de ramos laterais.

Na variedade Santa Cruz 47, O menor valor médio de ramos foi encontrado nas plantas submetidas ao tratamento S/SEM/L2 com valor médio de 4,5 ramos. As plantas que receberam o tratamento S/COM/L1 foram as que apresentaram maior número de ramos laterais com valor médio de 19,5 ramos, um aumento de aproximadamente 433,5%. Na variedade Valença o maior valor médio foi encontrado nas plantas do tratamento V/COM/L1 com 15,25 ramos e V/SEM/L1 com 5,75 ramos, uma diferença de aproximadamente 265,5%.

O resultado do presente estudo corrobora Santos (2019) e Costa (2014), que estudando a cultura do quiabo em diferentes lâminas de irrigação, encontraram 79,69% e 125% entre as maiores e menores lâminas de irrigação, respectivamente. O maior número de ramos laterais pode decorre pelo fato da cultura se desenvolver de forma acentuada nos tratamentos com adubação e maiores lâminas de água. Com maior desenvolvimento da parte aérea, o número de ramos laterais tende a elevar.

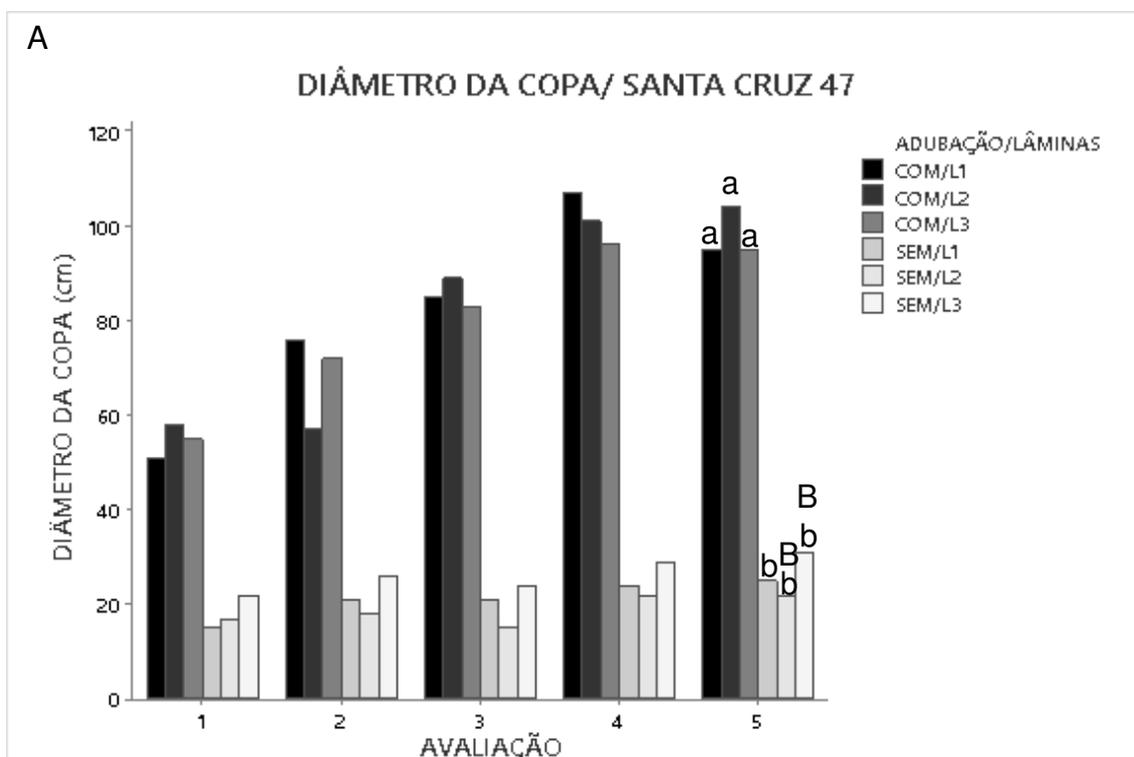


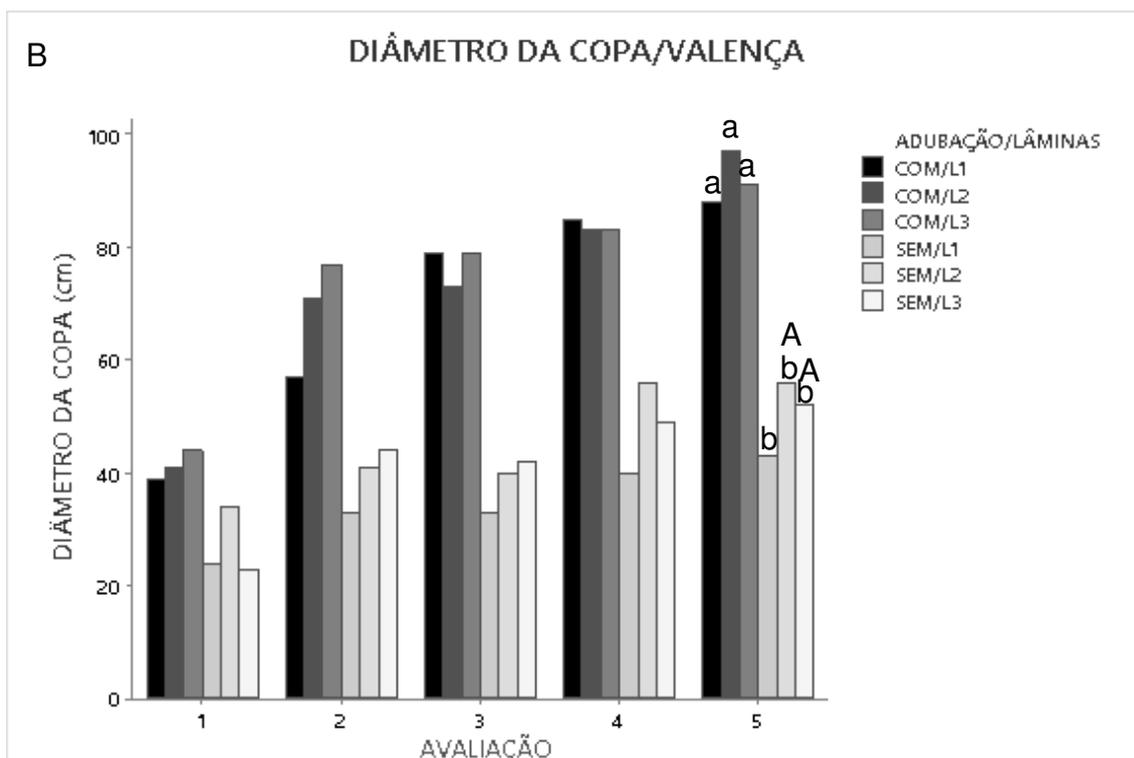
**FIGURA 11.** Número de ramos laterais das plantas na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.

#### 4.2.4 Diâmetro da copa

Na Figura 13, observamos que entre as cultivares o tratamento SEM/L2 diferiu estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ), e os demais tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas. Já dentro de cada variedade, destacamos que nas variedades, a adubação influenciou ( $P \leq 0,05$ ) o desenvolvimento da cultura. A variedade Valença obteve o maior valor médio de diâmetro de copa no tratamento V/COM/L2 com 97 cm e o menor em V/SEM/L3 com 52 cm, uma diferença de 186,5%.

Na variedade Santa Cruz 47 os valores médios de diâmetro de copa variaram entre 104,75 cm (S/COM/L2) e 22,50 cm (S/SEM/L2) uma diferença de 465,5% entre as plantas desses dois tratamentos. Esse resultado corrobora Santos (2019), que obteve os seus valores mais altos nos tratamentos com as maiores lâminas de irrigação. O diâmetro da copa é influenciado pelo desenvolvimento da cultura, portanto os tratamentos com adubação obtiveram um diâmetro maior, nota-se que a nutrição é de grande importância para o desenvolvimento da cultura.





**FIGURA 12.** Valores médios de diâmetro da copa na cultivar Santa Cruz 47 (A) e na cultivar Valença (B) sob três lâminas de água e dois níveis de adubação.

### 4.3 Eficiência Fotoquímica e intensidade de verde da folha

Na Tabela 3, podemos observar quanto ao parâmetro  $F_v/F_m$  que entre as cultivares, as plantas do tratamento SEM/L1 diferiram estatisticamente das plantas dos demais tratamentos, porém, o restante dos tratamentos não tiveram diferença significativa entre si.. Para o  $P_i$  (índice fotossintético) não houve diferença entre as variedades analisadas, já dentro de cada variedade houve diferença estatística; as plantas dos tratamentos com adubação apresentaram maiores valores médios de  $P_i$ . A intensidade de verde da folha (SPAD) apresentou diferença significativa dentro de cada variedade, já entre as variedades o tratamento que diferiu foi SEM/L1, os restantes foram iguais estatisticamente.

Quanto ao parâmetro rendimento quântico máximo do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), os valores na variedade Santa Cruz 47 ficaram entre 0,910 e 0,903. Já na variedade Valença os valores ficaram entre 0,908 e 0,898. Portanto, estatisticamente não houve diferença.

Em relação ao Índice fotossintético, os valores encontrados na variedade Santa Cruz 47 ficaram entre 2,48 e 1,69, já na cultivar Valença variaram entre 2,32 e 1,71. Não houve diferença estatística entre as variedades, porém, dentro de cada variedade, as plantas sob o tratamento com adubação se sobressaíram em relação as plantas que não receberam adubação, portanto, mostrou que adubação influencia no índice fotossintético.

O parâmetro intensidade de verde da folha não apresentou efeito entre as variedades, porém dentro de cada cultivar a variável obteve diferença significativa. Na cultivar Santa Cruz 47, esse parâmetro ficou entre 24,99 e 33,01 nos tratamentos S/SEM/L3 e S/COM/L3, respectivamente, representando uma diferença de 24,30% entre esses dois tratamentos. Na cultivar Valença, a intensidade de verde da folha ficou entre 26,25 e 35,02 nos tratamentos V/SEM/L2 e V/COM/L3, respectivamente, o que representa uma diferença de 25,04% entre eles. Esse resultado corrobora com os de Maia Júnior et.al. (2018), que estudando cultivares de cana-de-açúcar sob estresse hídrico, encontraram uma redução de 37,2 e 46% nas diferentes cultivares de cana-de-açúcar. O índice SPAD é importante para determinar os pigmentos cloroplastídicos, dessa forma, trata-se de uma boa ferramenta para diagnosticar a integridade do aparato fotossintético de folhas, podendo ajudar nas interpretações do processo fotoquímico das plantas (Silva et al., 2012).

**TABELA 3.** Valores médios de eficiência quântica máxima do FSII (Fv/Fm), índice fotossintético (PI) e intensidade de verde da folha (SPAD)

			FV/FM	Pi	SPAD	
SANTA CRUZ 47	COM ADUBAÇÃO	L1	0,910794aA	2,216362aA	32.52aA	
		L2	0,910418aA	2,174530aAB	31.015aA	
		L3	0,911884aA	2,487913aAB	33.01aA	
	SEM ADUBAÇÃO	L1	0,906823aA	1,691408aBC	25.92aB	
		L2	0,909772aA	1,876809aBC	27.24aB	
		L3	0,903537aA	1,801859aC	24.99aB	
	VALENÇA	COM ADUBAÇÃO	L1	0,908831aA	2,299260aAB	34.5aA
			L2	0,910066aA	2,228766aAB	32.23aA
			L3	0,907024aA	2,328738aA	35.025aA
SEM ADUBAÇÃO		L1	0,898151bA	1,714602aBC	28.88aB	
		L2	0,906335aA	1,950137aBC	26.255aB	
		L3	0,899398aA	1,958239aC	26.42aB	

Médias seguidas pelas mesmas letras da coluna não diferem estaticamente entre si pelo teste Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Letras minúsculas expressam diferenças entre cultivares e as letras maiúsculas expressam a adubação e lâminas em cada cultivar.

## CONCLUSÕES

A adubação e irrigação influenciam de forma significativa o crescimento e a fisiologia do quiabeiro.

No geral, as plantas adubadas e que receberam lâmina de irrigação de 100%, se sobressaíram em relação às demais plantas nos parâmetros de concentração intracelular de CO<sub>2</sub> (Ci), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência intrínseca do uso da água (EIUA)

As plantas que receberam Lâmina de irrigação 100% tiveram maiores valores médios de EUA.

Na biometria houve diferença significativa nos parâmetros de Altura, Diâmetro do caule, número de ramos laterais e diâmetro da copa dentro de cada tratamento e entre as variedades Santa Cruz 47 e Valença o comportamento foi semelhante.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C. Estimativa da ETo (Padrão FAO), para Minas Gerais, na ausência de alguns dados climáticos. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 1, p. 39– 50, 2015.

ALMEIDA, S.N.C Cultivo sustentável de quiabo utilizando diferentes espécies vegetais como cobertura do solo em sistema de plantio direto. 2015. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

ANJUM, F., YASEEN, M., RASOOL, E., WAHID, A., ANJUM, S. Water stress in barley (*Hordeum vulgare*L.) II. Effect on chemical composition and chlorophyll contents. *Pak. J. Agric. Sci.* 40, 45–49. 2003.

BEGUN, F.A., PAUL, N.K. Influence of soil moisture on growth, water use and yield of mustard. *J. Agron. Crop Sci.* 170, 136–141, 1993.

CASTRO, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. 2005. 43f. **Dissertação (mestrado)**- Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, 2005.

CATUCHI, T.A.; VÍTOLO, H.F.; BERTOLLI, S.C.; SOUZA, G.M. Tolerance to water deficiency between two soybean cultivars: transgenic versus conventional. **Ciência Rural**, v.31, p.373-378, 2011

CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.

CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.103, p.551-560, 2009.

CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.103, p.551-560, 2009.

COSTA, K. D. S. Nascimento, M. R.; Santos, A. M. M. dos; Santos, P. R. dos; Carvalho, I. D.E. de; Carvalho Filho, J. L. S. de; Menezes, D.; Lima, T. V.; Brito, K. S.; Michelon, G. K. Melhoramento do quiabeiro quanto à precocidade, produção e qualidade: Uma revisão de literatura. In: **XXI Encontro Latino**

**Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência**, Universidade do Vale do Paraíba, 2017. p.1-6.

COSTA, R. A. Cultura do quiabo submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em Tanque Classe A. Botucatu-SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Câmpus de Botucatu, 2014. 54p. Tese Doutorado.

CRUSCIOL, C. A. C; ARF, O.; SORATTO, R. P.; RODRIGUES, R. A. F.; MACHADO, J. R. Manejo de irrigação por aspersão com base no “Kc” e adubação mineral na cultura de arroz de terras altas. *Bragantia*, Campinas, v.62, n. 3, p.465–475, 2003.

ENDRES, L.; Souza, J. L.; Teodoro, L.; Marroquim, P. M. G.; Santos, C. M.; Brito, J. E. D. Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.11- 16, 2010.

FARIAS, D.B.S., LUCAS, A.A.T., NASCIMENTO, L.F.A., SÁ FILHO, J.C.F., LIMA, I.S., Construction, installation and calibration of water table lysimeter for conditions of state sergipe. CRHIAM-INOVAGRI International Meeting' Leading Technologies for Water Management, 2016, Concepción. Proceedings - CRHIAM-INOVAGRI International Meeting. pp. 811–817, 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FIGUEIRÊDO, V. B.; MEDEIROS, J. F.; ZICOLER, J. L.; ESPINOLA SOBRINHO, J. Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com água de diferentes salinidades. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 231–240, 2009.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 421p

FILHO, M. A. C.; PEREIRA, F. A. C.; ANGELOCCI, L. R.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, G. X. S. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças: O processo de evapotranspiração**. 1. ed. Minas gerais: Embrapa, 2011. 771 p. v. 1. ISBN 9788573835113.

GALATI, V.C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. 2010, 26p. Dissertação (mestrado) - Jaboticabal: UNESP. 2010.

GOMES, E.P; AVILA, M.R.; RICKLI, M.E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do Arenito Caiua, Estado do Parana. *Irriga*, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 373-385, 2010.

GUETA-DAHAN, Y., YANIV, Z., ZILINSKAS, B.A., BEN-HAYYIM, G. Salt and oxidative stress: similar and specific responses and their relation to salt tolerance in citrus. *Planta* 203, 460–469, 1997.

IBGE. 2017. Censo agropecuário: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>. Acesso em: 22 de março de 2021.

Jayapiratha, V.; Thushyanthy, M.; Sivakumar, S. Performance evaluation of okra (*Abelmoschus esculentus*) under drip irrigation system. **Asian Journal of Agricultural Research**, v.4, n.3, p.139–147, 2010.

JARRET, R. L.; Wang, M. L.; Levy, I. J. Seed oil and fatty acid content in okra (*Abelmoschus esculentus*) and related species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.8, p.4019–4024, 2011.

JÚNIOR, S.G.J et al. Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 413-422, 2019.

MAIA JÚNIOR, S.O. et al. RESPOSTAS MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB ESTRESSE HÍDRICO NO SEGUNDO CICLO DE CULTIVO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza-CE, v. 12, n. 3, p. 2661-2672, 03/04 2018.

KAMALESH, P., SUBRATA, D., ASRAF, A. K., & PRANABESH, C. Phytochemical investigation and hypoglycaemic effect of *Abelmoschus esculentus*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 9(2), 162-164. 2016.

LIBARDI, L. G. P.; FARIA, R. T.; FARLI, A. B.; ROLIM, G. S.; PALARETTI, L. F.; COELHO, A. P.; MARTINS, I. P. Evapotranspiration and crop coefficient (Kc) of pre-sprouted sugarcane plantlets for greenhouse irrigation management, *Agricultural Water Management*, v. 212, p. 306-316, 2019.

MOTA, W. F. da; Finger, F. L.; Cecon, P. R.; Silva, D. J. H. da; Corrêa, P. C.; Firme, L. P.; Neves, L. L. de M. Armazenamento de frutos de quiabo embalados com filme de PVC em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.255–258, 2006fi.

MAFAKHERI, A., SIOSEMARDEH, A., BHARAMNEJAD, B., STUIK, P.C., SOHRABI, Y., Effects of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Aust. J. Crop Sci.* 4, 580–585, 2010.

MANAVALAN, L.P.; GUTTIKONDA, S.K.; TRAN, L.S.P.; NGUYEN, H.T. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. **Plant e Cell Physiology**, v. 50, p. 1260-1276, 2009

MARIANO, J.C.Q.; SANTOS, G.O.; FEITOSA, D.G.; HERNANDEZ, F.B.T. SISTEMA PARA MANEJO DA AGRICULTURA IRRIGADA - SMAI versão 2.0

copyrights © UNESP Ilha Solteira. Disponível em:  
<<http://clima.feis.unesp.br/smai>> Acesso em: 27 dez 2020

MASSUCATO et al. Genetic diversity among Brazilian okra landraces detected by morphoagronomic and molecular descriptors. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 42, e43426, 2019.

MENDONÇA, M. S. Respostas agrônômicas e fisiológicas de genótipos de amendoim forrageiro submetidos ao déficit hídrico. 2020. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - UFA-Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

MORAN, J.F., BECAN, M., ITURBE-ORMAETYL, I., FRECHILLA, S., KLUCAS, R.V., APARICIO-TEJO, P. Drought induces oxidative stresses in pea plants. *Planta* 194, 346–352, 1994.

MOURA, A.P.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.; GUEDES, I.M.R; LEAL, D.C.P. **Recomendações técnicas para o manejo de pragas em brassicáceas com vistas à Produção Integrada de Hortaliças Folhosas**. 1. ed. BRASÍLIA: EMBRAPA, 2019. 32 p. v. 1.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017 p.

NUGEO-UEMA. <<https://www.nugeo.uema.br/>> acesso em: outubro de 2021.

OLIVEIRA, A. P. de; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, J. A. da; OLIVEIRA, A. N. P. de. Resposta do quiabeiro às doses de fósforo aplicadas em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, Junho, 2007.

OLIVEIRA, E.C.A. et al. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.46, n.6, p.617-625, jun. 2011.

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

PARRY, M.A.J.; ANDRALOJC, P.J.; KHAN, S.; LEA, P.J.; KEYS, A.J. Rubisco activity: effects of drought stress. **Annals of Botany**, v.89, p.833-839, 2002

PARRY, M.A.J.; ANDRALOJC, P.J.; KHAN, S.; LEA, P.J.; KEYS, A.J. Rubisco activity: effects of drought stress. **Annals of Botany**, v.89, p.833-839, 2002.

PEIXOTO, C.P.; ALMEIDA, A.T.; SANTOS, J.M.S; POELKING, V.G.C; OLIVEIRA, E.R. **CURSO DE FIOLOGIA VEGETAL**. 1. ed. BAHIA: UFRB, 2020. 218 p. v. 1.

PETELA, R., An approach to the energy analysis of photosynthesis. *Sol. Energy* 82, 311–327, 2007.

PETROPOULOS, S.; FERNANDES, A.; BARROS, L.; FERREIRA, I.C. Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of Mediterranean okra genotypes in relation to harvest stage. *Food Chemistry*, 242, 466-474. 2018.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Seropédica: Editora Universitária, 2004.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.869-882, 2011.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.869-882, 2011.

RIVERO, R.M., MESTRE, T.C., MITTLER, R., RUBIO, F., GARCIA-SANCHEZ, F., MARTINEZ, V. The combined effect of salinity and heat reveals a specific physiological, biochemical and molecular response in tomato plants. **Plant Cell Environ.** 37, 1059–1073. 2014.

SALOMÃO, L. A; CANTUÁRIO, F. S. de; PEREIRA, A. I. de. A; SCHWERZ, T; DOURADO, W. de. S. Influência do turno de rega na eficiência do uso da água de irrigação e na produtividade de plantas de alface cultivadas em ambiente protegido. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 10, n. 18; p. 2031. 2014.

SANTOS, E.A. Crescimento, produtividade, análise de sementes e custo de produção de quiabo sob lâminas de irrigação por gotejamento. 2019. **Dissertação**(Mestrado em Irrigação no cerrado) - IFGO-Campus Ceres, Goiás.

SILVA, F.G. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SILVA. M. A.; SANTOS, C. M.; ARANTES, M. T.; BRUNELLI, M. C.; HOLANDA, L. A. Respostas fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica e a reidratação. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 28-35, 2013.

SILVA, J.A; SILVA, F.G; DUTRA, A. F; SILVA, J. M; MELO, A.S; Produtividade e qualidade de fruto de tomateiro cultivado sob taxas de reposição hídrica. **In.: Inovagri International Meeting & IV Winotec - Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação**. Fortalaza. p.1-5. 2012.

SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 01, p. 128-131, 2006.

SING, S.K., BADGUJAR, B., REDDY, B., FLEISHER, D.H., BUNCE, J.A. Carbon dioxide diffusion across stomata and mesophyll and photobiochemical processes as affected by growth CO<sub>2</sub> and phosphorus nutrition in cotton. *J. Plant Physiol.* 170, 801–813. 2013.

SOUZA, A. P. DE; PEREIRA, J. B. A.; SILVA, L. D. B. DA; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. DE. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. *Acta Scientiarum - Agronomy*, v. 33, n. 1, p. 15–22, 2011.

SOUZA, I. M. D. E. Produção do quiabeiro em função de diferentes tipos de adubação. São Cristóvão: UFS - Universidade Federal de Sergipe, 2012. 66p. Dissertação Mestrado.

STRASSER, R.J.; SRIVASTAVA, A.; TSIMILLI-MICHAEL, M. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples, p. 445–483. In YUNUS, M.; PATHRE, U.; MOHANTY, P. (eds.). *Probing Photosynthesis: Mechanism, Regulation and Adaptation*. Taylor and Francis. New York, NY. 2000.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. P.888

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A., TEODORO, M.C.C.L.; SANTOS, V.J.; FRARE, P. Calagem e adubação para a cultura do quiabo. 2009.<[http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/85.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/85.pdf)> Acesso em Abril de 2021.

YOUNIS, M.E., EL-SHAHABY, O.A., ABO-HAMED, S.A., IBRAHIM, A.H., Effects of water stress on growth, pigments and CO<sub>2</sub> assimilation in three sorghum cultivars. *J. Agron. Crop Sci.* 185, 73–82, 2000.

ZAYED, M.A., ZEID, I.M., Effect of water and salt stresses on growth, chlorophyll, mineral ions and organic solutes contents, and enzymes activity in mung bean seedlings. *Biol. Plant.* 40, 351–356, 1997.