

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, ANÁLISE DE SEMENTES
E CUSTO DE PRODUÇÃO DE QUIABO SOB LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Autor: Evaldo Alves dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

CERES - GO
Julho – 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, ANÁLISE DE SEMENTES
E CUSTO DE PRODUÇÃO DE QUIABO SOB LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Autor: Evaldo Alves dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração Irrigação.

Ceres - GO
Julho - 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Alves dos Santos , Evaldo
ASA237 CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, ANÁLISE DE SEMENTES
c E CUSTO DE PRODUÇÃO DE QUIABO SOB LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO / Evaldo Alves dos Santos
;orientador Luís Sérgio Rodrigues Vale; co-
orientador Henrique Fonseca Elias de Oliveira. --
Ceres, 2019.
68 p.

Dissertação (em Irrigação no Cerrado) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Ceres, 2019.

1. Abelmoschus esculentus (L.) Moench. 2.
Localized irrigation. 3. Okra cultivation. 4.
Physiological seed potential. 5. Production cost. I.
Rodrigues Vale, Luís Sérgio , orient. II. Fonseca
Elias de Oliveira, Henrique , co-orient. III. Título.

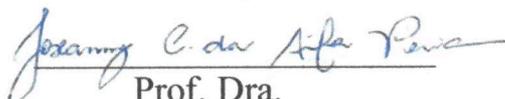
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, ANÁLISE DE SEMENTES
E CUSTO DE PRODUÇÃO DE QUIABO SOB LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Autor: Evaldo Alves dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

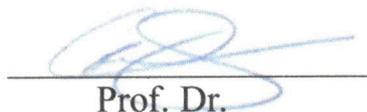
TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração
Irrigação

APROVADA em 26 de Julho de 2019.



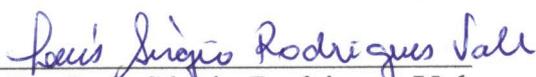
Prof. Dra.

Joseanny Cardoso da Silva Pereira
Faculdade Evangélica de Goianésia
Avaliador externo



Prof. Dr.

Leandro Caixeta Salomão
IF Goiano - Campus Urutai
Avaliador interno


Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale
(Orientador)

IF Goiano - Campus Ceres

A Deus, por não me abandonar e fazer parte da minha vida,

OFEREÇO

À minha mãe Jacira Santos, meus irmãos Eduardo Junior e Erivelton Carlos, e aos
meus tios Kurt e Edinalva Rasmussen, que sempre estiveram a meu lado,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nessa existência.

A meu pai Eduardo Alves dos Santos que, mesmo não estando presente entre nós, mas em vida sempre dizia que a educação geraria conhecimento, posteriormente, sabedoria e que só um povo sábio poderia mudar seu destino.

À minha querida mãe Jacira Alves dos Santos, pelos inúmeros momentos de dedicação, pelas palavras, pelos conselhos, pelo amor, pela honestidade, pelo afeto e pela amizade. Obrigado! Te amo muito!

Ao orientador, Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação. Obrigado pelo voto de confiança, pelos incentivos, pela paciência e pelas correções quando necessárias. Tenho certeza de que não chegaria a este ponto sem o seu apoio.

Ao coorientador, Dr. Prof. Henrique Fonseca Elias de Oliveira, pela sua disponibilidade e igualmente pelo seu apoio na elaboração deste trabalho.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Goiano - Campus – Ceres, pelos trabalhos e disciplinas realizados em conjuntos e, principalmente, pela preocupação e apoio constantes. Obrigado pelo convívio e amizade!

À minha família, irmãos, primos(as) e tios(as), por apoiarem e compreenderem o meu isolamento em inúmeros encontros de família.

Aos professores do Colegiado de Pós-Graduação e aos funcionários da Instituição, pela disponibilidade, simpatia e gentileza. Obrigado pela ajuda!

Por fim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta presente dissertação, o meu sincero agradecimento.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Evaldo Alves dos Santos nasceu em Uruaçu – GO, em 28 de dezembro de 1989. É filho de Eduardo Alves dos Santos (*in memoriam*) e Jacira Alves dos Santos. Estudou o ensino fundamental na cidade de Campos Verdes – GO, no Colégio Estadual Auristela de Loudes Machado, e o ensino médio no Colégio Estadual Edmundo Rocha. Em 2007, iniciou o curso Técnico em Agricultura no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, antiga Escola Agrotécnica Federal de Ceres, finalizando em junho de 2008. No ano de 2011, na cidade de Goianésia - GO, ingressou no curso de Agronomia na Faculdade Evangélica de Goianésia e se diplomou no ano de 2016. Em 2017, iniciou o curso de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, área de concentração Irrigação. Atualmente trabalha na empresa Projetar – Planejamentos e Projetos Agropecuários como engenheiro agrônomo.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Aspectos gerais da cultura do quiabo	3
2.2 Demanda hídrica da cultura do quiabo	4
2.3 Sistema de irrigação por gotejamento	5
2.4 Eficiência do fornecimento de água no quiabo	6
2.5 Potencial fisiológico de sementes	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Caracterização da área experimental	9
3.2 Temperatura	10
3.3 Lâminas de irrigação	11
3.4 Caracterização do solo	12
3.5 Plantio e manejo do quiabeiro	12
3.6 Caracterização do experimento	13
3.7 Sistema de fornecimento de água e quantificação das lâminas	14
3.8 Colheita	16
3.9 Variáveis analisadas	16
3.10 Análise financeira	18
3.11 Análise estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Coeficiente de uniformidade e distribuição – CUC e CUD	21
4.2 Resultados das variáveis	21

4.3	Comprimento de fruto -----	22
4.4	Diâmetro de fruto -----	23
4.5	Altura de planta -----	24
4.6	Número de frutos por planta -----	25
4.7	Número de ramos laterais -----	26
4.8	Produtividade -----	27
4.9	Eficiência do uso da água -----	29
4.10	Análises da qualidade de sementes de quiabo -----	31
4.11	Grau de umidade -----	32
4.12	Massa de mil sementes -----	34
4.13	Teste padrão de germinação -----	35
4.14	Teste de Envelhecimento acelerado -----	37
4.15	Condutividade elétrica das sementes -----	38
4.16	Viabilidade financeira -----	40
5.	CONCLUSÕES -----	46
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	47

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Lâminas de irrigação e precipitação pluvial ocorridas de 13/07 a 04/10/2018. Ceres, GO.	12
Tabela 2. Análise química e física do solo da área experimental. Ceres-GO, 2018.....	12
Tabela 3. Classificação dos valores do desempenho do sistema de irrigação por gotejamento em função do CUC e CUD e seus respectivos resultados e classificações.	21
Tabela 4. Resumo da análise de variância para comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), altura de planta (AL), número de frutos por planta (NFP), diâmetro de caule (DC), diâmetro de copa (DCO), número de ramos laterais (NRL), eficiência do uso da água (EUA) e produtividade (PROD) de duas cultivares de quiabo (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.) submetidas a lâminas de irrigação. Ceres, GO, 2018.	22
Tabela 5. Diâmetro de fruto (DF), altura de planta (AL), diâmetro de caule (DC), diâmetro de copa (DCO), eficiência do uso da água (EUA) e produtividade (PROD) de duas cultivares de quiabo (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.). Ceres – GO, 2018.....	30
Tabela 6. Fases fenológicas das cultivares de quiabo durante o período experimental. Ceres, GO. 2018.	31
Tabela 7. Análise de variância para teste de padrão de germinação (TPG), massa de mil sementes (MMS), condutividade elétrica (CE), grau de umidade (GU) e envelhecimento acelerado (ENVA).	32
Tabela 8. Desdobramento da interação lâminas x cultivar, significância dos componentes linear e quadrático, no modelo de regressão aplicado à interação para massa de mil sementes, grau de umidade, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, Ceres – 2018.....	35
Tabela 9. Grau de umidade (GU), massa de mil sementes (MMS), condutividade elétrica (CE) e envelhecimento acelerado (ENVA) de duas cultivares de quiabo. Ceres – GO.....	40
Tabela 10. Custo operacional total (COT) fixo para produção de um hectare de quiabo.	41
Tabela 11. Custo operacional da depreciação por tratamento (COtrat).	42
Tabela 12. Custo da mão de obra para operação do sistema e consumo de energia por tratamento (CMOosce).	43
Tabela 13. Custo total por tratamento (CTT) para produção de quiabo irrigado.	43
Tabela 14. Custo e lucro operacional de quiabo sob as lâminas de irrigação.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Imagem aérea via MapPad da área experimental.....	9
Figura 2. Temperatura média do ar e umidade média relativa do ar, no período de 13/07 a 04/10/2018, Ceres – GO.	10
Figura 3. Precipitação pluvial, evapotranspiração de referência (ET _o) e evapotranspiração da cultura (ET _c) no período de irrigação do quiabo, 13/07 a 04/10/2018, Ceres – GO.....	11
Figura 4. Esquema de um bloco experimental com o sistema de irrigação e detalhe da área útil. Ceres – GO, 2018.	14
Figura 5. Comprimento de frutos de quiabo sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.....	23
Figura 6. Diâmetro de fruto do quiabo sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	24
Figura 7. Altura de planta de quiabo sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	25
Figura 8. Número de frutos por planta do quiabeiro sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	26
Figura 9. Número de ramos laterais do quiabeiro sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.....	27
Figura 10. Produtividade sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	28
Figura 11. Eficiência do uso da água do quiabeiro sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	29
Figura 12. Interação entre lâminas de irrigação x cultivares para grau de umidade de semente de quiabo produzido sob lâminas de irrigação. Ceres – GO. 2018.	33
Figura 13. Interação entre as lâminas de irrigação x cultivares para peso de mil sementes de semente de quiabo produzido sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO. 2018.	34
Figura 14. Teste padrão de germinação de semente de quiabo produzido sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	36
Figura 15. Interação entre as lâminas de irrigação x cultivares para o envelhecimento acelerado. Ceres – GO, 2018.	37
Figura 16. Interação lâminas de irrigação x cultivares para condutividade elétrica de semente de quiabo produzido sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018.	39

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
%	Porcentagem	
AP	Altura de Planta	
Ca ⁺²	Cálcio	Cmol _c kg ⁻¹
CE	Condutividade Elétrica	μS cm ⁻¹ g ⁻¹
cm	Centímetros	
cmol _c kg ⁻¹	Centimol Carga por quilograma	Cmol _c kg ⁻¹
CMOOSCE _{trat}	Custo da Mão de Obra Para Operação do Sistema E Consumo de Energia Por Tratamento	
CO(NH ₂) ₂	Ureia	
CO ₂	Dióxido de Carbono	
COT	Custo Operacional Total	
CO _{trat}	Custo Operacional da Depreciação por Tratamento	
CTT	Custo Total por Tratamento	
CUC	Coefficiente de Uniformidade de Christiansen	%
CUD	Coefficiente de Uniformidade de Distribuição	%
Cv	Cavalos	
DTA	Dias Após Transplântio	
DC	Diâmetro de Caule	Mm
DCO	Diâmetro de Copa	Cm
DDA	Dias Após a Antese	
DF	Diâmetro de Fruto	mm
EA	Eficiência de Aplicação	%
ENVA	Teste de Envelhecimento Acelerado	%
ETc	Evapotranspiração da Cultura	mm
EUA	Eficiência do Uso da Água	
G	Gramas	
GUMD	Grau de Umidade	%
H+AL	Hidrogênio + Alumínio	Cmol _c kg ⁻¹
IRN	Irrigação Real Necessária	
ITN	Irrigação Total Necessária	
K ⁺	Potássio	
KCl	Cloreto de Potássio	g
Kg ha ⁻¹	Quilos por hectare	
KP	Coefficiente do Tanque Classe A	
kPa	Kilopascal	
L h ⁻¹	Litros por Hora	
LB	Lâmina Bruta	mm
LL	Lâmina Líquida	mm
M	Metros	
MO	Matéria Orgânica	%
M ²	Metros Quadrados	
Mg ⁺²	Magnésio	Cmol _c kg ⁻¹
mm	Milímetro	
Na ⁺	Sódio	Cmol _c kg ⁻¹
NFP	Número de Frutos Por Planta	
NRL	Número de Ramos Laterais	

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
P	Fósforo	Cmol _c kg ⁻¹
P ₂ O ₅	Yoorin	g
pH em H ₂ O	Potencial de Hidrogênio em água	Cmol _c kg ⁻¹
PMS	Peso de Mil Sementes	g
PROD	Produtividade Média por Hectare	
Q	Vazão	
R\$	Unidade em Reais	
T ha ⁻¹	Tonelada por hectare	
TCA	Tanque Classe A	
TPG	Teste Padrão de Germinação	%
TR	Turno de Rega	

RESUMO

ALVES DOS SANTOS, EVALDO. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, julho de 2019. **Crescimento, produtividade, análise de sementes e custo de produção de quiabo sob lâminas de irrigação por gotejamento.** Orientador: Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale. Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira.

O quiabo é uma hortaliça de grande valor nutricional e bem aceita no mercado. É muito cultivado por pequenos produtores, a cultura necessita de uso de tecnologia quanto ao manejo de irrigação e cultivares para que sua exploração seja tecnicamente conduzida e economicamente viável. O objetivo do estudo foi avaliar lâminas de irrigação no crescimento de plantas, na produtividade de frutos, na qualidade de sementes e o custo de produção de quiabo. O estudo foi realizado em campo na área experimental do IF Goiano - Campus Ceres – GO. O delineamento foi em blocos casualizados, com o esquema fatorial de 5 x 2, composto por 10 tratamentos (cinco lâminas de irrigação: 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc e duas cultivares de quiabo: Santa Cruz 47 e Speedy) e quatro repetições. As cultivares foram plantadas no espaçamento de 1 x 0,5 m, em uma área de 287,5 m². Os dados foram coletados no período de 13 de julho a 04 de outubro de 2018. O manejo da irrigação foi realizado a partir de um tanque Classe A. Foi utilizado o sistema de irrigação localizada por gotejamento, com vazão de 1,6 L h⁻¹. Utilizou-se um turno de rega de três dias. As variáveis avaliadas foram: Comprimento e diâmetro de fruto, altura de planta, número de frutos por planta, diâmetro de caule, diâmetro de copa, número de ramos laterais, eficiência do uso da água, produtividade, teste padrão de germinação, massa de mil sementes, condutividade elétrica, grau de umidade e envelhecimento acelerado de sementes e viabilidade financeira. A lâmina de 125% da ETc apresentou maiores resultados para comprimento e diâmetro de fruto, altura de planta, número de frutos por planta, número de ramos laterais e produtividade para as cultivares de quiabo. A produção de quiabo no cerrado goiano com irrigação por gotejamento e com lâmina de reposição de 125% da ETc é viável economicamente e proporcionou maiores lucros. As cultivares de quiabo produzidas sob as lâminas de 100 e 125% da ETc obtiveram sementes de alto vigor através do teste de condutividade elétrica. A cultivar de quiabo Santa Cruz obteve maior desempenho na aplicação de lâminas de irrigação no crescimento, na produtividade e na qualidade de sementes de quiabo.

PALAVRAS-CHAVE: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, cultivo de quiabo, irrigação localizada, potencial fisiológico de sementes, custo de produção

ABSTRACT

ALVES DOS SANTOS, EVALDO. Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute), Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, July 2019. **Growth, yield, seed analysis, and production cost of okra under different plates of drip irrigation.** Advisor: Dr. Vale, Luís Sérgio Rodrigues. Co-advisor: Dr. Oliveira, Henrique Fonseca Elias de.

Okra is a vegetable of great nutritional value and well accepted in the Brazilian market. Okra is widely cultivated by smallholders, and this crop requires the use of technology for irrigation management and cultivars, so that their cultivation can be technically accomplished and economically viable. This study aimed to evaluate different plates of drip irrigation [crop evapotranspiration (ET_c)] on plant growth, fruit yield, seed quality, and production cost of okra. This study was carried out in the experimental field at Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute), Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil. The experimental design was in randomized block, using 5 x 2 factorial scheme and four replicates, consisted of ten control treatments with five different plates of drip irrigation (25%, 50%, 75%, 100%, and 125% from ET_c) and two okra cultivars (Santa Cruz 47 and Speedy). The cultivars were planted in an area of 287.5 m², at 1 x 0.5 m spacing. Data were collected from July 13 to October 4, 2018. Irrigation management was carried out on the basis of a Class A tank. The drip localized irrigation system with a flow of 1.6 L h⁻¹ was used every three-day watering shift. The variables evaluated were fruit length and diameter, plant height, number of fruits per plant, stem diameter, crown diameter, number of lateral branches, water use efficiency, yield, germination pattern test, mass of thousand seeds, electrical conductivity, moisture degree, accelerated seed aging, and financial viability. The plate 125% from ET_c showed higher results for fruit length and diameter, plant height, number of fruits per plant, number of lateral branches, and yield for okra cultivars. The okra yield in the Cerrado (Brazilian Savannah) of Goiás State with drip irrigation and plate replacement 125% from ET_c is economically viable and offered higher profits. The okra cultivars grown under plates 100% and 125% from ET_c resulted in high vigor in the electrical conductivity test. Santa Cruz okra cultivar showed higher performance when irrigation plates were applied in the growth, yield, and in the quality of okra seeds.

Keywords: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Localized irrigation. Okra cultivation. Physiological seed potential. Production cost

1. INTRODUÇÃO

O quiabo *Abelmoschus esculentus* (L.) é uma hortaliça de grande valor nutricional e bem aceita no mercado. A cultura estabeleceu-se no Brasil em razão das condições climáticas favoráveis para seu crescimento, desenvolvimento e produção. A cultura é bem popular em regiões de clima tropical e subtropical, pela sua rusticidade e, principalmente, pela sua tolerância a temperaturas elevadas (Oliveira et al., 2003).

O quiabeiro apresenta diversidade de uso e, por suas utilidades, tem sofrido crescente aumento de consumo (Modolo & Tessarioli Neto, 1999). Mostra-se ainda importante para alimentação humana e diversificação de uso de óleo e proteínas. O quiabo é bem apropriado à agricultura familiar, especialmente pelo alto número de serviços e gastos com mão de obra. Tais características fazem com que os produtores se interessem pela cultura, visando ao aumento de lucros, uma vez que proporciona boa fonte de renda, promovendo desenvolvimento social e econômico para a região.

O quiabo necessita de uso de tecnologia mais adequada nos aspectos relacionados ao manejo de irrigação e variedades para que sua exploração seja tecnicamente conduzida e economicamente viável. No Brasil, o quiabo é cultivado em 43.631 propriedades rurais, porém com baixo nível tecnológico (IBGE, 2017). O baixo índice de adoção de tecnologias de manejo de irrigação deve-se ao fato de os produtores acreditarem que são caras, complexas, trabalhosas e que não proporcionam ganhos compensadores. Contudo, fontes de água de boa qualidade e o uso de irrigação de forma adequada possibilitam aumento de produtividade entre 10% e 30%, além de reduzirem o uso de água, da energia, dos agroquímicos e melhorar a qualidade do produto colhido (Marouelli & Calbo, 2009).

A região Centro-Oeste apresenta elevada variabilidade na distribuição das chuvas. Segundo Paes et al. (2012), as hortaliças, em geral, têm seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições edafoclimáticas a que são submetidas, que influenciam diretamente nas características produtivas e qualitativas dos frutos de uma cultivar, o que limita a obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade. Com isso, surge a necessidade de se proceder a um manejo de irrigação eficiente, pela adoção de estratégias apropriadas e viáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental. Por isso, para assegurar uma produtividade satisfatória da cultura em todas as estações do ano, torna-se

obrigatório o fornecimento artificial de água no processo produtivo por meio da técnica de irrigação (Schlichting, 2012).

O êxito na agricultura irrigada depende de inúmeras variáveis que devem ser estudadas antes da implantação de um projeto de irrigação. A busca por técnicas que aumentem a produtividade e melhorem qualidade das culturas com o uso racional dos recursos hídricos é cada vez mais intensa. O sistema de irrigação por gotejamento tem sido um dos mais eficientes na reposição de água ao solo, favorecendo aumento na produtividade e, em virtude de sua maior eficiência de aplicação, maior aproveitamento no uso da água e redução na incidência de doenças (Marouelli & Silva, 2008). Por mais que o sistema de irrigação seja eficiente, ele também necessita de um manejo adequado visando a manter a eficiência de aplicação de água. Dessa forma, necessita-se de pesquisas na área com o intuito de determinar o desempenho do sistema de irrigação utilizado e a lâmina de água a fornecer para esta cultura.

É incontestável que a produção agrícola tem adotado padrões mundiais, que têm trazido uma infinidade de ferramentas tecnológicas que tornam as relações entre o produtor e o campo extremamente acessíveis e interativas (Dalmoro et al., 2017). O Brasil vem passando por fortes transformações, a partir da consolidação do setor agropecuário, como protagonista no desempenho econômico e da sua relevância para os mercados interno e externos pela via da sua capacidade de produzir alimentos para o mundo (MAPA, 2017). Contudo, o desafio agora é consolidar uma matriz produtiva sustentável, com a introdução e disseminação das melhores práticas agropecuárias que visem ao equilíbrio entre meio ambiente e produção, de modo a maximizar o rendimento do cultivo e oferecer melhor condição de renda ao produtor e a implementação de sistemas produtivos resilientes.

Assim, objetivou-se, com este estudo, avaliar diferentes lâminas de irrigação no crescimento de plantas, na produtividade de frutos, na qualidade de sementes e no custo de produção do quiabo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura do quiabo

O quiabo é um fruto proveniente do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*,) pertencente à família Malvaceae, produzido e consumido no Brasil, de alto valor nutritivo, medicinal e comercial, amplamente cultivado nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Jarret et al., 2011). Espécie de origem africana (Mota et al., 2006), sua introdução no Brasil foi feita pelos escravos. No país, existem condições excelentes para seu cultivo, principalmente no que diz respeito ao clima (Mota et al., 2008). O cultivo do quiabo é alternativa importante para a agricultura familiar na região Centro-Oeste do país, pois garante alimentação destas famílias e também melhoria na renda com grande retorno econômico (Jesus et al., 2011).

A planta apresenta algumas características desejáveis, como ciclo rápido, custo de produção economicamente viável, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo (Costa et al., 2017). A planta é uma erva robusta, ereta e anual, variando entre 1 a 3 m de altura, de porte ereto e de caule semilenhoso, de coloração esverdeada, com folhas simples, com limbo profundamente recortados, lobadas e com pecíolos longos, podendo ocorrer ramificações laterais, que são estimuladas por práticas de manejo no cultivo, sistema radicular muito profundo e sua raiz pivotante pode atingir até 1,90 m de profundidade (Galati, 2010). As flores são regulares e solitárias, com ovário súpero e numerosos estames. O fruto é de cor variável, pubescente, de 10 a 30 cm de comprimento e de 2 a 3 cm de largura (Nwangburuka et al., 2011).

Segundo Sedyama et al. (2009), a temperatura ideal para o cultivo do quiabeiro está na faixa de 21,1-29,4°C, com média máxima de 35°C e média mínima de 18,3°C. O desenvolvimento do quiabeiro é desfavorecido por clima frio com dias curtos e noites longas, necessitando de calor para melhorar sua performance no campo (Moraes et al., 2018).

No Brasil, a produtividade média do quiabeiro está em torno de 17,5 t ha⁻¹, mas pode variar em função do período de colheita. O estágio vegetativo vai 0 a 64 dias após a semeadura (DAS) e o reprodutivo, de 65 a 120 dias DAS, podendo seu período de frutificação superar 200 dias, conforme a época de cultivo (Galati, 2010). Segundo a CONAB (2018), a cultura do quiabo teve aumento de 13% na comercialização nos principais canais de escoamento de produtos *in natura* do país. É uma cultura adequada à agricultura familiar pela oferta mão de obra e pelo baixo custo de produção (Mota et al., 2008). As características da

cultivar e a maturidade hortícola por ocasião da colheita são fatores críticos que influenciam nos atributos de qualidade dos frutos frescos (Mota et al., 2005).

Apesar das inúmeras cultivares de quiabo disponíveis, atualmente no país, a cultivar mais plantada é a Santa Cruz, por ser bem adaptada, de elevada produtividade, e seus frutos serem bem aceitos no mercado interno (Souza, 2012). A cultivar Speedy tem folhas verde-escuras, ausência de espinhos, desenvolvimento precoce e porte baixo (Souza, 2017).

2.2 Demanda hídrica da cultura do quiabo

A agricultura irrigada tem se destacado como tecnologia necessária para conseguir maiores índices de produtividade com o uso racional e sustentável da água (Cunha et al., 2013). No Centro-Oeste goiano, os projetos de irrigação vêm se consolidando como importante alternativa para a modernização e o crescimento da região.

A base para a quantificação de água a ser aplicada a determinada cultura está associada à capacidade da superfície do solo e da vegetação de perder água para a atmosfera (Costa, 2014). Independentemente do sistema de cultivo, para um eficiente manejo da água de irrigação, é fundamental o conhecimento da disponibilidade de água no solo para as plantas, a qual é quantificada pela demanda de água da planta e da atmosfera e pela intensidade de fluxo de água do solo para a raiz (Souza et al., 2011).

A metodologia para a programação adequada ao manejo da irrigação em função de medidas climatológicas, de forma quantificada, exige a aplicação de cálculos sequenciais, considerando equações formatadas previamente (Lopes et al., 2011).

Neste contexto, um parâmetro importante na estimativa do consumo de água de uma cultura é a evapotranspiração (Moura et al., 1994). Segundo Alencar et al. (2015), a evapotranspiração de referência (ET_o) é essencial para identificar as variações temporais em relação à necessidade de irrigação, melhorar a alocação dos recursos hídricos, podendo ser obtida por medidas diretas, por estimativas ou por fórmulas empíricas baseadas em dados meteorológicos, que dizem respeito às condições climáticas do local do estudo. A densidade de plantio e a variedade, conjuntamente com as características fisiológicas e morfológicas da cultura, são representadas por meio do seu coeficiente de cultivo (K_c), que incorpora essas características da cultura e efeitos da evaporação do solo, variando ao longo do seu ciclo em função da taxa de crescimento e, conseqüentemente, da variação da cobertura do solo (Crusciol et al., 2003). De acordo com Figueiredo et al. (2009), a evapotranspiração da cultura (ET_c) é obtida através do valor da ET_o corrigida pelo K_c, sendo este dependente do tipo de

cultura e do estágio de desenvolvimento, sendo assim de distribuição temporal de seus valores.

Costa (2014) observou que a demanda hídrica do quiabeiro é baixa. Com isso, tornam-se necessárias observações no fornecimento de água, pois o quiabeiro é suscetível a várias doenças que surgem em razão da alta umidade e da alta temperatura, o que pode causar prejuízos ao agricultor. A cultura do quiabo pode ser atacada por pragas e doenças, sendo a doença mais comum o mofo branco, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) (Fischer et al., 2014).

2.3 Sistema de irrigação por gotejamento

A crescente utilização da água para a produção de alimento, a necessidade hídrica dos centros urbanos e das indústrias, aliadas às exigências ambientais cada vez mais rigorosas, trouxeram a necessidade de buscar técnicas que melhorem a qualidade das culturas com o uso racional da água (Christofidis, 2013). O uso de novas tecnologias, associado ao aprimoramento global de todo o sistema de produção da cultura, é fundamental para o sucesso de uma cultura (Braga et al., 2017).

O declínio da disponibilidade de água no solo necessita de estratégia de irrigação eficiente para sustentar a produção agrícola (Oker et al., 2018). A irrigação por gotejamento maximiza a fração da água de irrigação que atinge a planta, aumentando a resiliência sob escassez de água nas propriedades do solo (Postel et al., 2009), como consequência, o sistema de irrigação por gotejamento se expandiu rapidamente em vários países (Ortega-Reig et al., 2017).

A irrigação por gotejamento é uma técnica economicamente viável e apresenta muitas vantagens, entre elas podem-se destacar: maior eficiência no uso da água, maior produtividade, maior eficiência na adubação (fertilizantes podem ser aplicados via água de irrigação) e no controle fitossanitário, economia de mão de obra, redução dos gastos com energia e possibilidade de automação (Vilas Boas et al., 2011).

O valor econômico de um sistema de irrigação por gotejamento é compensativo, pois trará um ótimo retorno para o produtor (Jacques et al., 2018). O monitoramento do sistema de irrigação é essencial para um bom funcionamento, manejo, maior eficiência de distribuição da água e manutenção, principalmente quando são utilizados sistemas por gotejamento, por ter orifícios e tubulações reduzidas de distribuição (Szekut et al., 2017). Para este monitoramento, são utilizados, de forma geral, os coeficientes de uniformidade de distribuição (Cunha et al., 2014).

O uso da tecnologia de irrigação localizada necessita da otimização dos parâmetros operacionais. Estes parâmetros são a frequência e a duração da irrigação, o tipo do gotejador, o espaçamento e o local de instalação das laterais de gotejamento, a fim de fornecer uma ótima distribuição na zona da raiz da cultura e evitar a ocorrência de molhagem excessiva na superfície do solo e percolação no perfil do solo (Skaggs et al., 2004).

2.4 Eficiência do fornecimento de água no quiabo

De acordo com Doorenbos & Kassam (1979), a eficiência do uso da água (EUA) das culturas está definida pela relação entre a produção e o volume de água aplicado. Segundo Paes et al. (2012), para obter êxito na agricultura irrigada, pesquisas para a quantificação de água a ser aplicada durante o ciclo de uma determinada cultura devem ser feitas para determinar a frequência de irrigação capaz de elevar a produtividade e maximizar a eficiência do uso da água pelas plantas. Jayapiratha (2010), avaliando o desempenho do quiabo sob sistema de irrigação por gotejamento, constatou que o consumo de água foi reduzido em 60% pela adoção do sistema.

Nesse contexto, Costa (2014) analisou a cultura do quiabo submetida a diferentes lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque Classe A. Os resultados seguiram um comportamento quadrático, percebendo que a lâmina de irrigação que obteve maior eficiência do uso da água foi de 72,75% da ECA, produzindo 49,602 kg por mm^{-1} de água aplicada. Neste mesmo estudo, a lâmina de 50% da ECA proporcionou boa eficiência do uso da água, porém, em função da escolha da melhor lâmina a ser aplicada, não se deve levar em consideração apenas a lâmina que proporciona melhor eficiência no uso da água ou que proporciona maior produção, torna-se necessário analisar outros fatores, como disponibilidade energética, hídrica e também área disponível.

2.5 Potencial fisiológico de sementes

O estabelecimento da produção de hortícola habitualmente é feito com a utilização de sementes, estimando-se que praticamente 80% dessas espécies vegetais exploradas comercialmente são propagadas diretamente desse modo (Lopes, 2007). Por esse motivo, torna-se fundamental a produção de sementes de alta qualidade genética, fisiológica, física e sanitária para permitir a obtenção de resultado consistentes e reproduzíveis a nível de campo (Bisognin et al., 2016).

Geralmente as condições em que as sementes se encontram, em campo para germinação, nem sempre são adequadas. Assim, a avaliação da qualidade fisiológica da

semente permite identificar os lotes com maior ou menor probabilidade para apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento (Guedes et al., 2009). Lotes de sementes da mesma cultivar com capacidade de germinação semelhante podem apresentar diferenças marcantes na porcentagem de emergência das plântulas em condições de campo (Ferreira & Ranal, 1999). Na falta de uma estreita relação na obtenção de informações a respeito do potencial de desempenho de lotes de sementes em condições variadas de ambiente, surgiram os testes de vigor (Rocha et al., 2015).

O teste de vigor tem como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes, fornecendo informações adicionais àquelas proporcionadas pelo teste de germinação e vigor, caracterizando seus atributos físicos e fisiológicos (Bento et al., 2010). O vigor é caracterizado como a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula, possibilitando a obtenção de informações consistentes (Amaro et al., 2015).

Esse tipo de informação pode ajudar na tomada de decisões internas dos produtores de sementes quanto ao destino de determinado lote, quanto à região de comercialização ou à conveniência de armazená-lo ou vendê-lo num curto espaço de tempo (Martins et al., 2002). A recomendação é que o vigor seja avaliado usando dois ou mais testes diferentes, pois estes testes avaliam diferentes aspectos do comportamento dos lotes de sementes (Martins et al., 2002), o que dificulta para um único teste classificar os lotes quanto ao vigor e avaliar de forma segura o potencial de desempenho de um lote após o armazenamento e ou em campo.

A qualidade fisiológica das sementes pode ser avaliada por vários testes; físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência. Nesse sentido, a busca por procedimentos que assegurem a qualidade fisiológica de sementes ganha cada vez mais importância, pois determina quais sementes apresentam qualidade superior e maior potencial de sucesso no campo, contribuindo para elevação da produtividade agrícola (Tunes et al., 2011).

Com isso, é necessária a utilização de testes que forneçam os resultados em período de tempo mais curto, possibilitando avaliar a qualidade fisiológica e identificar possíveis diferenças entre lote de sementes, além de ser uma ferramenta importante para complementação das informações adquiridas no teste de germinação (Kikuti & Marcos Filho, 2012).

Segundo Bragantini (2005), quando a umidade das sementes apresenta teor abaixo de 13%, o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado. Martins et al. (2011), avaliando tratamentos pré-germinativos em semente de quiabo, observaram que sementes oriundas de frutos secos e deiscentes apresentam maior desempenho germinativo, variando de 75 a 82%.

Torres et al. (2014), comparando o vigor de duas cultivares de quiabo, Santa Cruz e Colhe Bem, observaram uma variação de umidade de 11,1 a 13,3%, tendo encontrado germinação acima de 90% para ambas as cultivares.

Lopes et al. (2010), avaliando o vigor das sementes de quiabo pelo teste de envelhecimento acelerado, obtiveram 71,1% sobre o vigor de lotes de sementes para a cultivar Santa Cruz, tendo obtido 79,8 % no teste de germinação. Cati (1999) relata que os padrões para comercialização de sementes de quiabo devem estabelecer no mínimo 70% de germinação.

Segundo Irigon & Mello (1995), o peso das sementes é uma das causas morfológicas que podem comprometer o vigor e, assim, influenciar na qualidade. Lopes (2007), ao avaliar teste de vigor em sementes de quiabo pelo teste de condutividade elétrica, obteve $279,7 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ num período 24 horas a $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido em campo, na área experimental do IF Goiano - Campus Ceres, e no Laboratório de Análise de Sementes, localizado na Rodovia GO 154, km 03, Zona Rural, Ceres, GO (Figura 1). O município está localizado na região do Centro Goiano, nas coordenadas geográficas 15°21'01,56" S de latitude, 49°35'53,87" O de longitude e 566 m de altitude.



Figura 1. Imagem aérea via MapPad da área experimental

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

O clima da região é classificado como Aw, segundo Koppen, com temperatura média anual de 26,3 °C e precipitação média de 1800 mm, sendo considerado tropical, caracterizado como quente e úmido, com duas estações definidas: uma chuvosa e outra seca coincidente com o inverno, variando de quatro a seis meses. Os dados de umidade relativa do ar, temperatura e pluviosidade foram coletados diariamente no período experimental na estação meteorológica do Instituto. O experimento foi implantado no mês de julho de 2018 quando foram feitas a demarcação da área com estacas e a locação das parcelas.

3.2 Temperatura

As temperaturas máxima e mínima variaram de 27,9 a 43,5°C e de 9,6 a 22,9°C, respectivamente, com variações de temperatura média entre 21,9°C e 32,15 (Figura 2). Esses valores estão próximos à faixa de temperatura compreendida entre 20,3 e 24,0 °C, considerada ideal por Paes et al. (2012) para o desenvolvimento e produção do quiabeiro.

A umidade relativa do ar média durante o desenvolvimento da cultura variou entre 34 a 57%. A partir do dia 31/08/2018, da primeira colheita (50 DAT) até a última colheita (84 DAT), observou-se variação deste parâmetro de 37 a 57%, respectivamente. Esta variação é justificada pela razão entre a pressão de saturação e a pressão de vapor, que são dependentes da temperatura do ar, pois temperaturas mais altas tendem a tomar o ar mais seco (Brito, 2017).

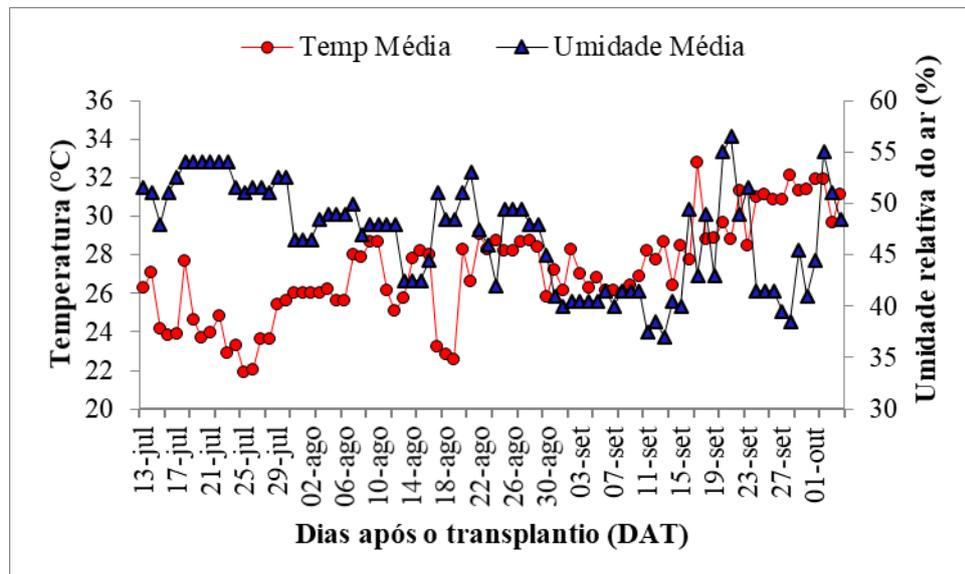


Figura 2. Temperatura média do ar e umidade média relativa do ar, no período de 13/07 a 04/10/2018 em Ceres – GO.

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

A precipitação ocorrida durante o período experimental pode ser observada juntamente com a ETc e a ETo no período correspondente desde o transplante até colheita (Figura 3). A ETo total durante o período foi de 410,35 mm e a ETc total, de 219,14 mm. Ao longo do período experimental, foram registrados cinco dias com chuva, correspondendo a 5,95% do período, num total de 36,86 mm, e 71 dias sem chuva, correspondendo a 94,05% do ciclo ao longo do experimento.

A maior precipitação diária ocorreu na fase da reprodução (18,92 mm), aos 70 DAT. Embora tenham ocorrido precipitações durante o desenvolvimento da cultura, é importante

ressaltar que ocorreram de forma esporádica e no momento da intensidade, as avaliações foram encerradas.

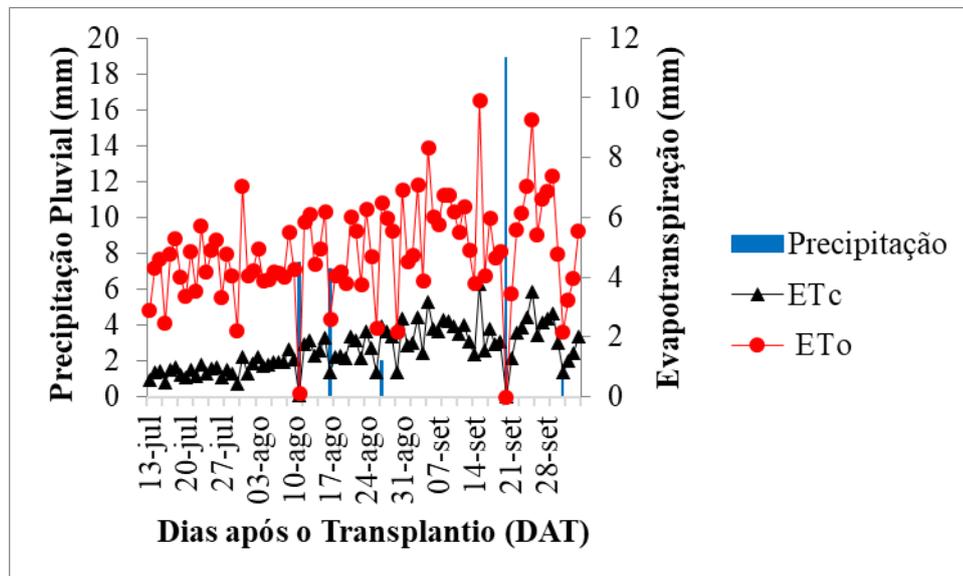


Figura 3. Precipitação pluvial, evapotranspiração de referência (ETo) e evapotranspiração da cultura (ETc) no período de irrigação do quiabo, 13/07 a 04/10/2018 em Ceres – GO

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Observa-se que de 50 a 70 DAT (31/08 a 20/09), não houve ocorrência de chuva. Este é considerado um período crítico para a cultura, pois há maior demanda de quantidade de água para o florescimento e formação dos frutos. É neste período que a complementação de água por meio da irrigação é indispensável, pois fornece o requerimento hídrico que a planta necessita, sem inibir e comprometer seu desenvolvimento reprodutivo. Nota-se ainda que na Figura 3 a ETo durante a condução do experimento foi maior que a ETc em razão da localização adimensional da planta ajustada no campo. No caso da cultura do quiabo, foi utilizado o espaçamento de 1,00 m entre linhas e de 0,50 m entre plantas.

3.3 Lâminas de irrigação

Durante o período experimental, as lâminas foram de 65,17; 130,34; 195,91; 260,68 e 325,85 mm, referentes aos tratamentos de 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc.

A Tabela 1 apresenta as lâminas médias diárias, lâminas de irrigação, precipitação pluvial e lâmina total correspondentes aos níveis da ETc. A lâmina de irrigação foi feita de acordo com os cálculos da ETc e a lâmina total é a lâmina de irrigação total aplicada durante

o ciclo do quiabeiro, contabilizando a lâmina de irrigação nos tratamentos e a precipitação pluvial.

Tabela 1. Lâminas de irrigação e precipitação pluvial ocorridas de 13/07 a 04/10/2018. Ceres, GO

Tratamentos (% da ETc)	Lâmina média (mm/dia)	Lâmina de irrigação (mm)	Precipitação pluvial (mm)	Lâmina total (mm)
25	0,59	65,17	36,86	102,03
50	1,17	130,34	36,86	167,20
75	1,76	195,51	36,86	232,37
100	2,35	260,68	36,86	297,54
125	2,93	325,85	36,86	362,71

Os dados na Tabela 1 são referentes às lâminas médias diárias de irrigação e as lâminas de irrigação via irrigação são calculadas em função da necessidade hídrica da cultura (ETc) para cada tratamento. A precipitação pluvial (36,86 mm) foi somada à lâmina via irrigação para obtenção da lâmina total.

3.4 Caracterização do solo

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho e o relevo é de topografia plana. Foi feita a análise das características química e física do solo da área experimental, no Laboratório de Solos do IF Goiano – Campus Ceres-GO, segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (1997) (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química e física do solo da área experimental. Ceres-GO, 2018

Prof. (cm)	pH em H ₂ O	Análise Química							Granulométrica			
		P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	T Cmol _c dm ⁻³	K	Al	H+I	Areia	Silte	Argila
0 - 20	5,80	0,10	0,80	2,90	0,00	7,10	0,80	0,00	3,40	420	100	480
Prof. (cm)	M. O. g dm ³	CTC	Soma de bases	K mg dm ⁻³			P	V		%		
0 - 20	15,3	7,10	3,70	322,30			0,10	52,32		0,00		

Metodologia utilizada: M.O. Método colorimétrico; P, K Mehlich-1; Ca, Mg, Al em KCl 1mol/L; H + Al extração em solução tampão SMP a pH 7,5.

3.5 Plantio e manejo do quiabeiro

A semeadura das cultivares de quiabo Santa Cruz 47 e Speedy foi feita em bandejas de poliestireno expandido com 128 células e substrato comercial Plantmax^R, sendo depositada uma semente por célula. As bandejas foram colocadas sobre uma bancada em casa de vegetação com 1,0 m de altura onde permaneceram até os 25 dias após a emergência. Após este período, foram transplantadas para o campo.

O preparo do solo foi feito com uma gradagem a 0,40 m de profundidade e uma aração. Não houve necessidade de calagem de acordo com a análise de solo (Tabela 2). A adubação de plantio foi composta por 136,36 kg de ureia, 1.389 kg de termofosfato magnésiano e 103,45 kg de KCL por ha⁻¹. O transplântio foi feito em cova, quando as mudas apresentaram de três a quatro pares de folhas definitivas, com espaçamento de 1,0 m x 0,5 m entre plantas. As adubações de cobertura com nitrogênio foram feitas com a aplicação de 90,91 kg ha⁻¹ de ureia, no intervalo de 30, 60 e 90 dias após o transplântio, conforme recomendação da Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

O controle de plantas daninhas foi feito em intervalos de 15 dias, totalizando cinco capinas durante o ciclo da cultura. O controle fitossanitário foi feito a partir do 13º dia, no intervalo de sete ou 15 dias.

Para o controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*), foi feita, até o 30º dia após o transplântio, aplicação de 160 g ha⁻¹ do produto comercial Actara^R diluídos em 600 L de água e de 0,75 kg ha⁻¹ de Orthene 750 BR diluídos em 350 L de água para o controle da vaquinha (*Diabrotica speciosa*). No 35º e 45º dia após o transplântio, foram feitas aplicações de 700g do fungicida Cercobin 700 WP diluídos em 1000 L de água para o controle de oídio (*Oidium ambrosiae*). Os métodos de controle foram utilizados somente após verificação da infestação nas plantas por meio de avaliação da incidência das pragas e doenças nas plantas de quiabo.

3.6 Caracterização do experimento

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com fatorial de 5 x 2, com 10 tratamentos (cinco lâminas de irrigação, 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc e duas cultivares de quiabo, Santa Cruz 47 e Speedy) e quatro repetições, totalizando 40 parcelas. As dimensões do experimento foram de 23 m de largura, 12,5m de comprimento, área de 287,5 m², cada parcela com 10 plantas, equivalente à população de 20.000 plantas ha⁻¹. A Figura 4 mostra o esquema de um bloco experimental.

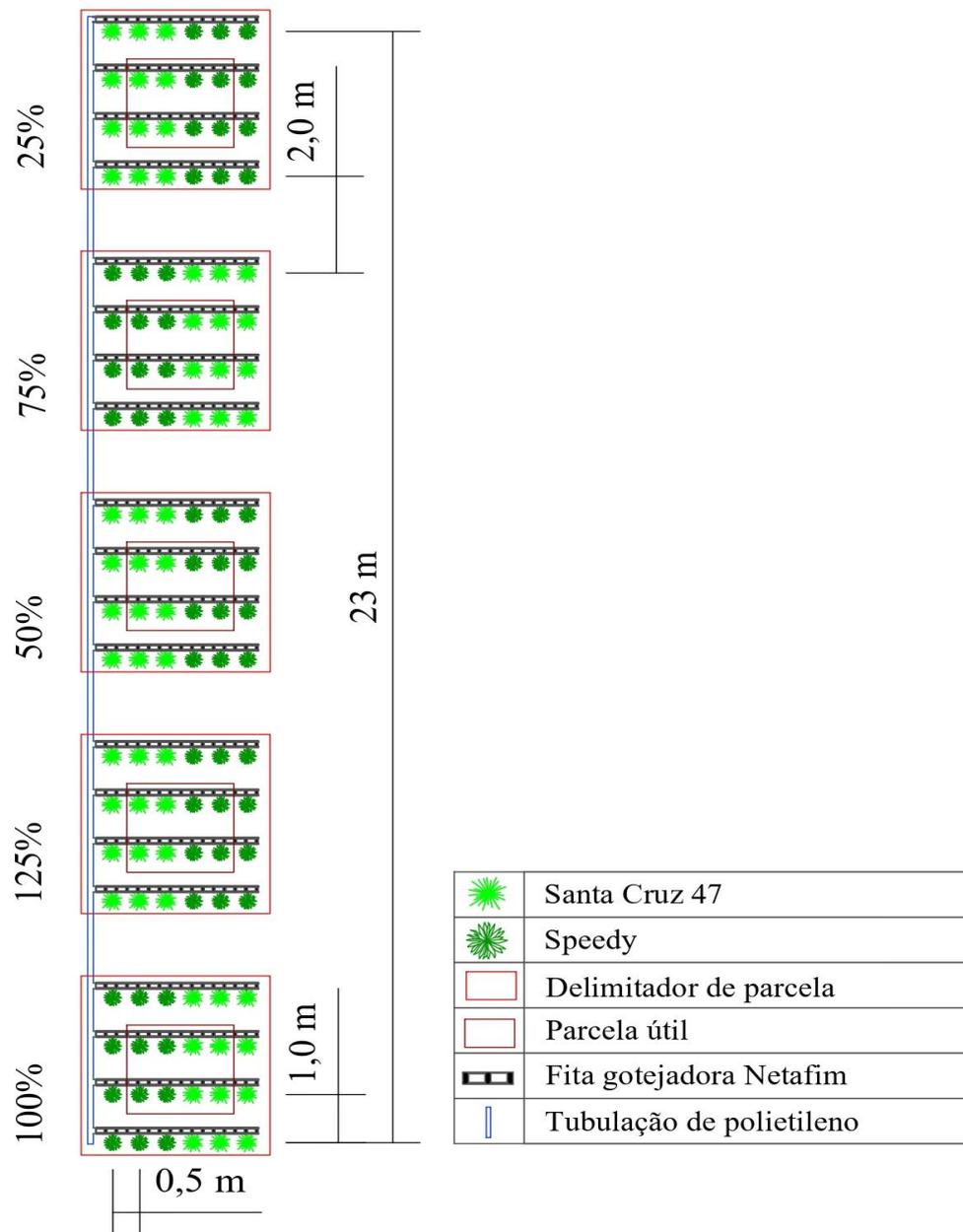


Figura 4. Esquema de um bloco experimental com o sistema de irrigação e detalhe da área útil. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Foram utilizadas quatro plantas centrais de cada cultivar, consideradas úteis para a análise das variáveis. As mudas foram transplantadas para as covas com uma planta no dia 13 de julho de 2018. Foram feitas 10 colheitas, com início em 08 de setembro, finalizando no dia 04 de outubro de 2018.

3.7 Sistema de fornecimento de água e quantificação das lâminas

Foi utilizado o sistema de irrigação localizado por gotejamento existente no setor experimental da fruticultura do IF Goiano - Campus - Ceres. A água utilizada na irrigação foi

proveniente do Rio Verde, armazenadas em duas caixas d'água de 10.000 litros, sendo bombeadas por uma bomba de 2 ½ CV, e dois filtros para eliminação de partículas sólidas da água. A água foi conduzida por tubos de polietileno de 50 mm para a adutora. Foram utilizadas fitas gotejadoras modelo Netafim com vazão nominal de 1,6 L h⁻¹, com gotejadores espaçados de 0,20 m entre si, trabalhando na pressão de 1 bar. Cada tratamento (lâmina) tinha um acionamento manual com auxílio de um registro no conector inicial de saída única em cada linha lateral conectada à linha principal.

O experimento foi irrigado sem diferenciação de lâminas por sete dias, mantendo o solo na capacidade de campo, período no qual ocorreu o total pegamento das mudas.

Após a instalação do sistema de irrigação, uma semana antes do plantio, foi feito o teste de uniformidade (1) e de coeficiente de distribuição (2) utilizando as seguintes equações:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{I=1}^N |QI - QM|}{N \cdot QM}\right) * 100 \quad (1)$$

Em que CUC é o coeficiente de uniformidade de Christiansen em %; QI, a vazão média observada em cada gotejador em L h⁻¹; QM, a vazão média de todos os gotejadores em L h⁻¹; e N é o número de pontos coletados.

$$CUD = \frac{Y_{25}}{Y_m} * 100 \quad (2)$$

Em que CUD é o coeficiente de uniformidade de distribuição em %; Y₂₅, a média de 25% do total dos gotejadores em L h⁻¹; e Y_m é média das vazões de todos os gotejadores em L h⁻¹.

A determinação das lâminas em cada tratamento foi feita considerando a evaporação da água obtida diariamente das leituras do tanque Classe “A” (TCA) instalado na Estação meteorológica do IF Goiano – Campus Ceres – GO. As lâminas de irrigação foram calculadas com base em diferentes coeficientes da cultura (K_c) do quiabo, segundo recomendação de Paes et al. (2012): no estágio inicial, variou entre 0,8 e 0,5, com valor médio de 0,68; no segundo estágio, variou de 0,5 a 1,0, com média de 0,79; e no terceiro estágio, na reprodução, o K_c variou de 1,0 a 0,3, com média de 0,54. O turno de rega foi de três dias conforme recomendações de Makishima (2004) para a cultura, tendo as lâminas de irrigação variado conforme a leitura da evaporação de água do TCA.

A demanda de água utilizada pela planta foi estimada pela equação 3, segundo Conceição (2005):

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (3)$$

Em que ET_c é a Evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1}); ET_o , a Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); e K_c é o Coeficiente da cultura.

O cálculo da lâmina bruta (mm dia^{-1}) na cultura do quiabo, Equação 5, foi feito com base na relação entre a irrigação real necessária (IRN), Equação 4, e a eficiência de aplicação (EA), como proposto por Mantovani et al. (2009), encontrando, assim, a irrigação total necessária (ITN).

$$IRN = ET_c \times TR \quad (4)$$

$$ITN = IRN / EA \quad (5)$$

Foi considerada a precipitação efetiva de 36,86 mm, pelo fato da ocorrência de chuva durante o período da condução do experimento.

O tempo de irrigação, Equação 6, foi determinado considerando os dados de ITN, a área (m^2) ocupada por planta (A), o número de gotejadores (n) e sua respectiva vazão (Q):

$$T_i = \frac{ITN \times A}{n \times Q} \quad (6)$$

3.8 Colheita

As 10 colheitas foram feitas manualmente, tendo sido iniciadas no 54º dia após o transplântio, numa frequência de três dias. Foram colhidos e contabilizados todos os frutos das plantas útil de cada tratamento. Os frutos foram colocados em sacos de papel modelo Kraft, devidamente catalogados e encaminhados para o laboratório de análise de sementes.

3.9 Variáveis analisadas

A partir dos 60 dias após o transplântio (DAT), a cada 10 dias (até os 90 DAT), foram mensuradas nas quatro plantas centrais de cada tratamento as seguintes variáveis: diâmetro de caule (DC), a uma altura de 5 cm acima da superfície do solo, com o auxílio de um paquímetro digital graduado em mm; diâmetro de copa (DCO), medindo a copa na transversal e na longitudinal, com o auxílio de uma fita métrica, somando e calculando a média dos valores, expressos em m; altura de planta (AP), medida levando em consideração a distância entre o colo da planta (superfície do colo) e a extremidade superior da haste principal, usando uma fita métrica graduada em cm; o número de ramos laterais (NRL), que se refere ao número de ramos oriundos do ramo principal.

Após o início da frutificação, foram contabilizados o número de frutos por planta (NFP), a somatória da quantidade de frutos por planta das 10 colheitas; o diâmetro de fruto

(DF), considerando a média de uma amostra de nove frutos medidos com o auxílio de um paquímetro digital, com resultado expresso em mm; e a produtividade de frutos por hectare (PROD), tendo sido consideradas a produção da área útil de cada parcela com posterior conversão para $t\ ha^{-1}$ e a eficiência do uso da água (EUA), obtida pela relação entre a massa de matéria fresca $kg\ ha^{-1}$ e a quantidade de água aplicada em mm em cada tratamento.

Com a estabilização da produção aos 74 dias após o transplântio (DAT), foram selecionadas duas plantas representativas no interior da parcela para as análises de qualidade e vigor de sementes. Os frutos secos foram colhidos aos 70 dias após a antese (DAA) e, posteriormente, encaminhados para o Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. As sementes foram extraídas dos frutos e feitos os testes de pureza, grau de umidade, massa de mil sementes, teste de envelhecimento acelerado, teste padrão de germinação e condutividade elétrica de sementes.

A pureza foi feita com 100 sementes de cada tratamento, pesadas em balança analítica de precisão de um miligrama, posteriormente, multiplicou-se a média dos resultados por 100 (BRASIL, 2009).

O grau de umidade (GU) foi feito em estufa a $105^{\circ}C$ por 24h (BRASIL, 2009), utilizando quatro amostras de 25 sementes para cada tratamento.

A massa de mil sementes (MMS) foi determinada pela pesagem de oito amostras de 100 sementes para cada uma das quatro repetições (BRASIL, 2009).

O teste padrão de germinação (TPG) foi conduzido com oito repetições de 50 sementes para cada tratamento, distribuídas sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado e, logo após, foram confeccionados em forma de rolos. Posteriormente, os rolos foram levados para um germinador do tipo Mangelsdorf SL - 207, regulado para manter a temperatura constante de $25^{\circ}C$. As avaliações foram feitas aos quatro e aos 21 dias após a semeadura, computando as plântulas consideradas normais (BRASIL, 2009).

O teste de envelhecimento acelerado (ENVA) foi feito em solução saturada com NaCl, conforme descrito por Torres et al. (2014), acondicionando uma amostra de sementes para cada tratamento, distribuída em camada única sobre uma tela plástica e colocada no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox”. Foram colocados no interior da caixa 40 mL de solução saturada de cloreto de sódio (40 g de NaCl em 100 mL de água), com distância entre o nível de solução e as sementes de aproximadamente 2 cm. Em seguida, as caixas

foram fechadas e levadas a uma câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada à temperatura de 45°C, por 48 horas. Posteriormente, foi montado o teste padrão de germinação (TPG).

A condutividade elétrica (CE) foi feita utilizando quatro repetições de 20 sementes para cada tratamento. As sementes foram pesadas e, na sequência, colocadas em recipientes plásticos com capacidade de 200 mL com 75 mL de água destilada para embebição, mantidas em germinador por 24 horas à temperatura constante de 25°C. Após, foi feita a leitura da condutividade elétrica de sementes, usando um condutivímetro, modelo ION DTS-12DW (Dias & Marcos Filho, 1996).

3.10 Análise financeira

Os dados para a análise financeira foram obtidos considerando o experimento de campo, utilizando a cadeia de custo produtivo proposta por Matsunaga et al. (1976). Essa cadeia de custo produtivo considera custos fixos, custos variáveis do sistema de irrigação, custos de mão de obra operacional, custo de entrada e o valor da depreciação de máquinas e benfeitorias específicas utilizadas no processo produtivo. Todos os custos considerados no processo da cadeia produtiva foram calculados conforme Okunade et al. (2009) para a cultura do quiabo irrigado por gotejamento.

Os custos fixos de operação incluíram os tubos, t, nipe, registro, adaptador de rosca, tampão, chula, conector inicial simples com registro, fita gotejadora, manômetro, motobomba, filtros, sementes, análise de solo e custo de preparo do solo. Os custos variáveis de irrigação incluíram formação das mudas, transplântio das mudas, energia para operar a motobomba, fertilizantes, inseticidas, fungicidas, colheita e manutenção e reparos. Os custos de mão de obra para o sistema de irrigação incluíram os custos de montagem, operação e remoção do sistema no final da temporada. Os custos de entrada incluem custo de fertilizantes, inseticida, fungicida e sementes.

A cotação dos preços bem como os coeficientes utilizados para a implantação e condução da cultura foram levantados no mês de outubro de 2018. Como se trata de um experimento fatorial (Lâminas de irrigação x Cultivares de quiabo), para melhor demonstração de cálculo, os custos de cada tratamento foram extrapolados para um hectare contendo 20.000 plantas. O espaçamento foi de um metro entre linhas e meio metro entre plantas, com 100 linhas de plantio e 200 plantas em cada linha, utilizando 10.000 metros de fita gotejadora.

O custo operacional total (COT) é composto pelos custos fixos, custo variável de irrigação, mão de obra, custo de entrada e depreciação.

Os valores unitários utilizados no custo operacional total foram aqueles vigentes no ano de 2018, correspondendo a oito horas de trabalho, diária para mão de obra e salário mínimo de R\$ 954,00, valor diário de 31,80, hora dia de 4,34, com acréscimos de 36,4% do valor mensal, assim, tem-se a hora homem calculada com o custo de R\$ 5,92. O custo hora máquina considerou os gastos de manutenção referentes a óleos, graxas, filtros e consumo de combustível da máquina de R\$120,00. O custo dos insumos foi cotado em outubro de 2018.

O valor da depreciação de máquinas, implementos e benfeitorias específicas, conforme estimado pela receita federal Brasil, (2004), usando uma taxa de juros real de 10%, foi de uma vida útil de 12 anos para o trator, três anos para a motobomba, quatro anos para o reservatório de água, três anos para as tubulação, três anos para conexões e dois anos para as fitas gotejadoras. A depreciação calculada pelo método linear foi feita com a fórmula $D = (Vi - Vf) \div (N \times H)$, em que Vi é o valor inicial (novo); Vf, o valor residual; N, a vida útil (anos); H, as horas ou dias de uso no ano; e D, a depreciação, calculada em R\$/hora ou dia. Para a depreciação do trator, foi considerado o valor inicial de R\$ 80.000,00, para o reservatório de água, o valor de R\$ 3.584,97.

O Custo operacional da depreciação por tratamento (CO_{trat}) foi referente ao tempo de irrigação para bombeamento da água por tratamento, multiplicado pelo valor da depreciação de cada equipamento, exceto para o custo do trator, que é fixo em razão de sua jornada de trabalho ser igual para todos os tratamentos. Posteriormente, os custos foram somados, tendo então o custo operacional da depreciação por tratamento.

Neste estudo, o cálculo da depreciação dos equipamentos foi feito conforme a hora de uso anual, considerando quatro horas de funcionamento diário no período de 180 dias, referente ao período de seca na região, totalizando 720 horas de uso por ano. Já para o trator, foi feita uma divisão do total de horas de funcionamento do equipamento.

O custo da mão de obra para operação do sistema e consumo de energia por tratamento ($CMOOSCE_{\text{trat}}$) foi feito pela somatória do custo de energia com o valor da operação do sistema para cada tratamento.

O Custo total por tratamento (CTT) é referente à somatória dos custos fixos, custo de entrada, depreciação por tratamento, juntamente com a diferença de preço do custo de energia e a operação do sistema contido no valor total do montante dos itens, custos variável de

irrigação e mão de obra, exceto para o tratamento correspondente a 100% da ETc, pois os valores dos custos variáveis de irrigação e mão de obra são os mesmos da tabela do COT.

O Índice de eficiência econômica foi utilizado para comparar os tratamentos, seguindo a metodologia de Silva et al. (2004), estimando: receita bruta (RB), obtida da produção total pelo preço por quilo pago pelo CEASA-GO; receita líquida (RL), pela diferença da receita bruta e o custo total por tratamento; índice de lucratividade (IL), através da receita líquida dividida pela receita bruta; preço de equilíbrio (PE), obtido pela divisão do custo total e a produção; e relação benefício custo (B/C), obtido pelo quociente entre a receita líquida e o custo total por tratamento.

3.11 Análise estatística

Os resultados foram analisados pelo teste F, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey aos níveis de 1 e 5% de significância e feita regressão para mostrar a resposta da cultura às lâminas de irrigação. Foi utilizado o Software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014). Os gráficos foram elaborados com o auxílio do software Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coeficiente de uniformidade e distribuição – CUC e CUD

A Tabela 3 apresenta os valores coletados para determinação do CUC, CUD e seus resultados e classificações do sistema de irrigação por gotejamento. Nota-se que o sistema apresentou valor de CUC de 98,39% e CUD de 89,80%.

Tabela 3. Classificação dos valores do desempenho do sistema de irrigação por gotejamento em função do CUC e CUD e seus respectivos resultados e classificações

Local	CUC (%)	Classificação	CUD (%)	Classificação
Área Experimental	98,39	Excelente	89,80	Excelente

Fonte: Mantovani (2001).

De acordo com os critérios de classificação apresentado por Mantovani (2001), os valores encontrados para o coeficiente de uniformidade (CUC) e coeficiente de distribuição (CUD) são considerados excelentes. Para o presente trabalho, a eficiência de irrigação foi estimada por meio do CUC, tendo sido obtida uma eficiência de 98,39%. Por isso, a lâmina total (lâmina bruta) é determinada em razão da eficiência do sistema, para aplicar uma lâmina maior, com o objetivo de poder compensar esses 1,61% que não estariam disponíveis para a cultura do quiabo.

4.2 Resultados das variáveis

As variáveis comprimento e diâmetro de fruto, altura de planta, número de frutos por planta, número de ramos laterais, produtividade e eficiência do uso da água foram influenciadas significativamente pelas lâminas de irrigação (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF), altura de planta (AL), número de frutos por planta (NFP), diâmetro de caule (DC), diâmetro de copa (DCO), número de ramos laterais (NRL), eficiência do uso da água (EUA) e produtividade (PROD) de duas cultivares de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) submetidas a lâminas de irrigação. Ceres, GO, 2018

FV	GL	CF	DF	AL	NFP	DC
Lâminas	4	18,77**	10,68**	0,12**	314,57**	7,89 ^{ns}
Cultivares	1	1,22 ^{ns}	56,64**	1,38**	8,10 ^{ns}	1400,67**
Int. L x C	4	1,86 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,01 ^{ns}	15,12 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Bloco	3	1,09 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,02 ^{ns}	46,31 ^{ns}	8,57 ^{ns}
Erro	27	0,88	0,58	0,0078	27,17	8,15
CV (%)		5,36	4,62	10,46	19,60	10,55

FV	GL	DCO	NRL	PROD	EUA
Lâminas	4	0,0017 ^{ns}	2,32**	65,55**	3782,42**
Cultivares	1	0,25**	0,001 ^{ns}	220,71**	4573,18**
Int. L x C	4	0,00036 ^{ns}	0,29 ^{ns}	7,79 ^{ns}	78,04 ^{ns}
Bloco	3	0,0040 ^{ns}	1,84 ^{ns}	11,60 ^{ns}	158,51 ^{ns}
Erro	27	0,0033	0,25	10,57	200,83
CV (%)		10,50	15,11	26,22	23,63

FV - Fonte de variação; GL - grau de liberdade; ** e * - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV - coeficiente de variação.

Nenhuma variável foi influenciada significativamente pela interação entre as lâminas de irrigação e as cultivares. Entre as cultivares houve diferença estatística para diâmetro de fruto, altura de planta, diâmetro de caule, diâmetro de copa e produtividade.

4.3 Comprimento de fruto

A Figura 5 mostra que houve resposta linear significativa ($p < 0,01$) em função das lâminas de irrigação aplicadas nas duas cultivares para comprimento de fruto (CF), obtendo-se 19,25 e 18,88 cm de comprimento de fruto para Santa Cruz e Speedy, respectivamente, ambas as cultivares com a lâmina de 125% da ETc. Verificou-se que a quantidade de água aplicada foi determinante para aumentar o comprimento de fruto em cada planta de quiabo.

Apenas o tratamento de 25% da ETc resultou em frutos menores para ambas as cultivares, quando comparado aos demais tratamentos. O comprimento de frutos foi crescente de acordo com o incremento das lâminas até 125% da ETc, resultando frutos de 15,73; 17,35; 17,58; 18,55 e 19,25 cm de comprimento para a cultivar Santa Cruz e de 15,03; 15,68; 18,53; 18,60 e 18,88 cm de comprimento para a cultivar Speedy.

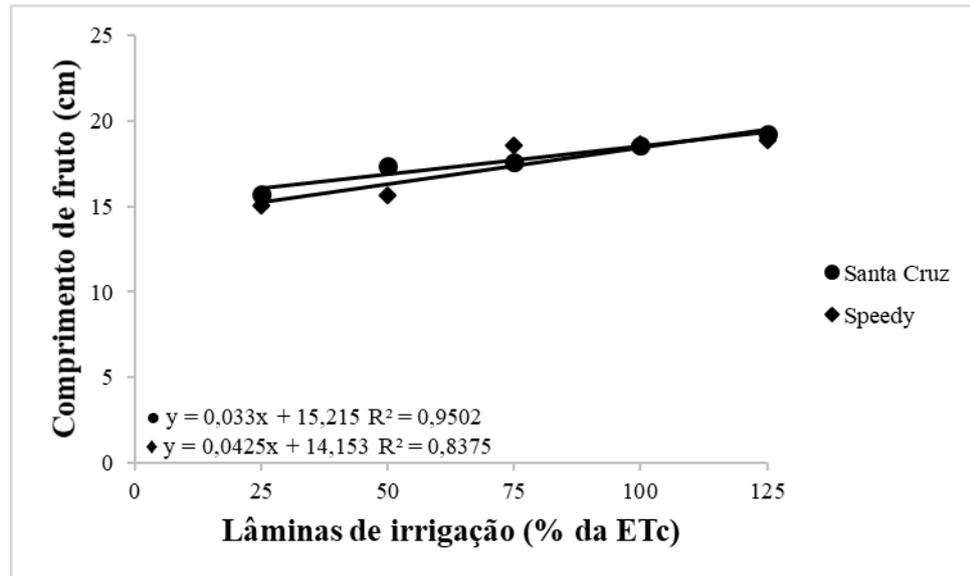


Figura 5. Comprimento de frutos de quiabo sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

As plantas nas condições de 100 % da ETc tiveram comprimento médio de frutos até 18,55 e 18,60 cm. Esses resultados foram superiores aos 13,69 cm de comprimento do fruto de quiabo com incremento 95,9 % da ECA, observado por Costa (2014). Alves (2015) obteve média de 17,5 cm de comprimento quando trabalhou com produção de quiabo irrigado com água de resíduo.

4.4 Diâmetro de fruto

Em relação ao diâmetro de fruto, Figura 6, as lâminas de irrigação proporcionaram resposta significativa ($p < 0,01$) nas duas cultivares. O modelo linear foi o que melhor se adaptou às respostas das cultivares de quiabo sob as lâminas de irrigação para esta variável.

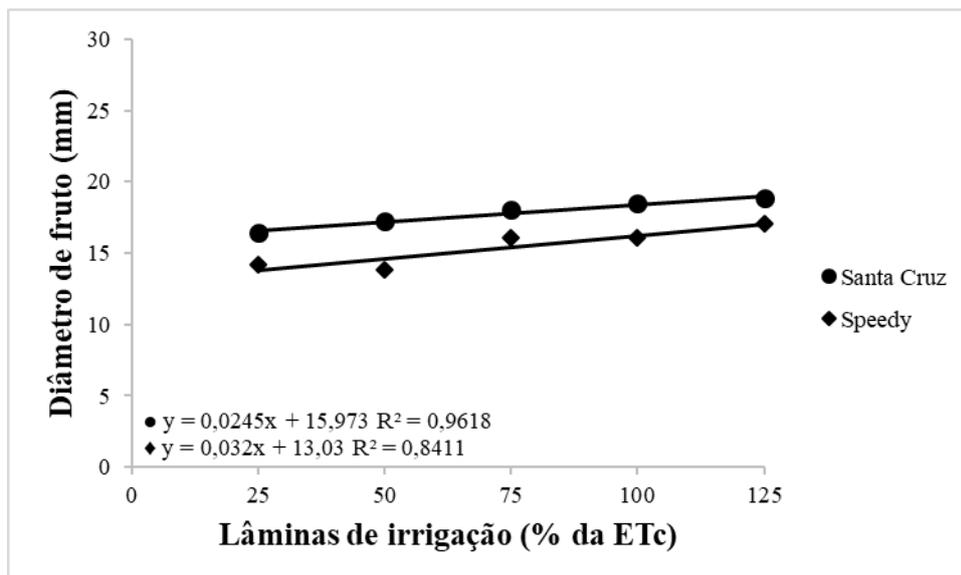


Figura 6. Diâmetro de fruto do quiabo sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Nota-se que à medida que houve aumento das lâminas de irrigação, 25 a 125% da ETc, houve efeito positivo para diâmetro de fruto: 16,40; 17,25; 18,05; 18,53; 18,83 mm para a cultivar Santa Cruz e 14,18; 13,80; 16,05; 16,10 e 17,03 mm para a cultivar Speedy. Observou-se ainda que com o aumento da lâmina de 25% para 125% da ETc, houve aumento de 14,79 e 20,10% no diâmetro médio dos frutos das cultivares Santa Cruz e Speedy, respectivamente. Todavia, não se observou efeito significativo da interação entre os fatores lâmina e cultivar, indicando que eles agiram independentemente sobre a variável. É possível afirmar que as lâminas de irrigação proporcionam acréscimo no diâmetro do fruto de quiabo.

4.5 Altura de planta

A variável altura de planta apresentou resposta linear crescente significativa ($p < 0,01$) em função da lâmina de água aplicada, apresentando, entretanto, diferença significativa entre as duas variedades ($p < 0,01$) (Figura 7). A altura de planta para os tratamentos correspondentes a 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc das variedades foram de 80; 101,25; 103,75; 105,00 e de 127,50 cm para a cultivar Santa Cruz e de 56,25; 63,00; 65,50; 68,00 e de 78,50 cm para a cultivar Speedy. Assim, o maior valor de altura de planta ocorreu quando as cultivares foram submetidas à lâmina de 125 % da ETc, obtendo diferença de 59,34 e 39,56% entre a maior e a menor lâmina. Este resultado indica que o crescimento do quiabeiro é significativamente afetado pelas condições hídricas.

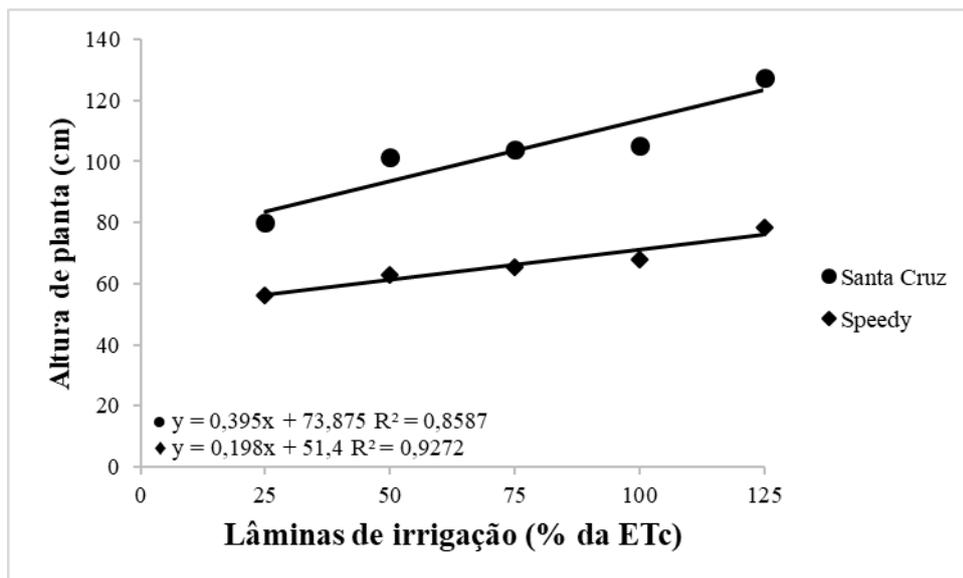


Figura 7. Altura de planta de quiabo sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Jayapiratha et al. (2010), estudando o desempenho do quiabo 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.

A irrigação por gotejamento nos tratamentos correspondentes a 100 e 125% da ETc obteve os maiores resultados para essa variável. Singh & Rajput (2007) relatam que as plantas de quiabo apresentam resposta positiva no campo quando a cultura é irrigada.

Ferreira (2014), avaliando o crescimento e a produção do quiabeiro irrigado com diferentes lâminas, constatou que a lâmina correspondente 125% da ETc obteve a maior altura de plantas em comparação com os demais tratamentos.

4.6 Número de frutos por planta

Observa-se na Figura 8 resposta linear crescente significativa ($p < 0,01$) em função das lâminas aplicadas nas cultivares em estudo. O tratamento que obteve a maior quantidade de frutos por planta nas duas cultivares foi o de 125% da ETc, obtendo 38,05 e 35,60 frutos e a menor foi para o de 25% da ETc, com 20,70 e 21,35 frutos por planta, para Santa Cruz e Speedy, respectivamente. Sendo assim, é de fundamental importância o aumento da

quantidade de fruto por planta desde que haja suprimento adequado de água durante as etapas fisiológica da planta.

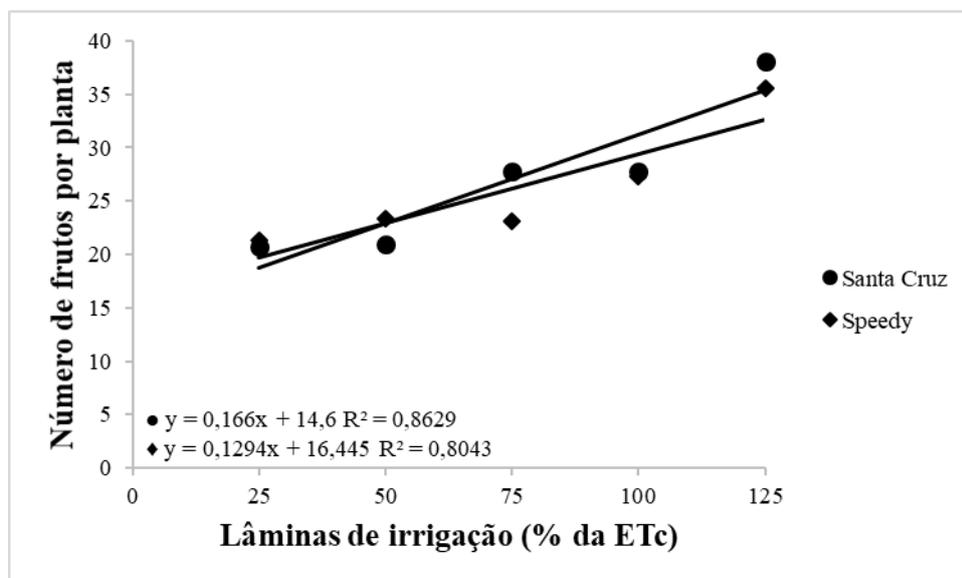


Figura 8. Número de frutos por planta do quiabeiro sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Observações semelhantes foram feitas por Mbagwu & Adesipe (1987) quando avaliaram os efeitos do estresse hídrico nos estágios vegetativo, de florescimento e de enchimento nas cultivares de quiabo Lady Finger, Kano Dwarf e Awgu Early. Para estes autores, o número de frutos foi significativamente afetado nos tratamentos sem irrigação no estágio de florescimento e sem irrigação na fase de formação do fruto, obtendo 19, 16 e 17 frutos por planta. Estes resultados ficaram próximos quando comparados ao tratamento de menor reposição hídrica deste estudo.

Adeogun (2017) verificou que, quando a irrigação é aleatória, sem quantificar o uso de água pela planta a partir da ETc, não foi suficiente para produzir melhor rendimento.

4.7 Número de ramos laterais

A Figura 9 mostra o efeito das lâminas de irrigação no número de ramos laterais para as cultivares quiabo. Verifica-se maior número de ramificações laterais nas cultivares em estudo, com a lâmina correspondente a 125 % da ETc. Houve influência no aumento das lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento lateral das plantas de quiabo, com efeito linear ($p < 0,01$).

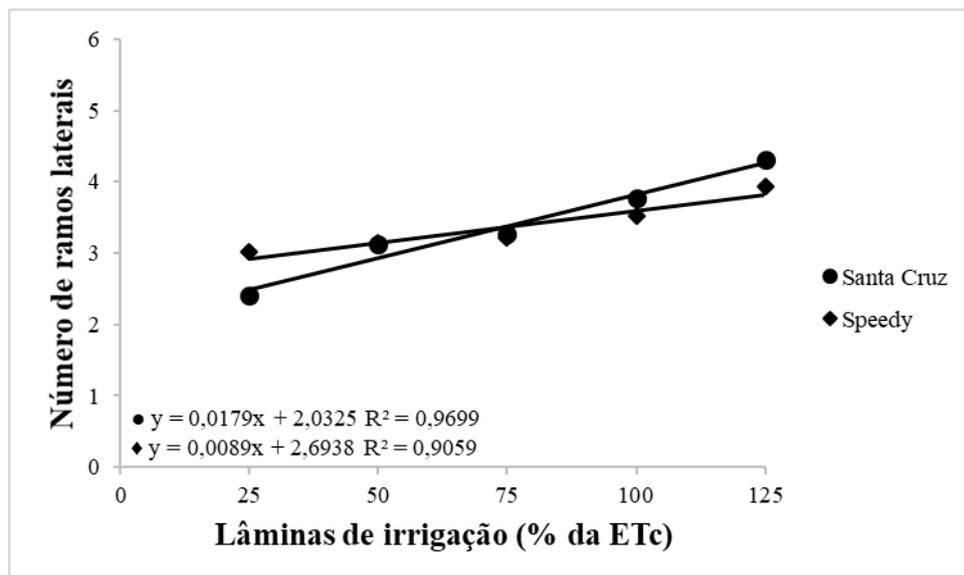


Figura 9. Número de ramos laterais do quiabeiro sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

O aumento da quantidade de ramos, quando comparado do menor para o maior tratamento da % ETc, foi de 2,40; 3,13; 3,26; 3,78 e de 4,31 para a cultivar Santa Cruz e de 3,01; 3,14; 3,21; 3,53 e de 3,94 para a cultivar Speedy, tendo ocorrido aumento de 79,69 e 30,71% na cultivar Santa Cruz e Speedy, respectivamente, em relação ao número de ramos laterais. Esse mesmo comportamento foi observado por Costa (2014) em estudo com a cultura do quiabo sob diferentes lâminas de irrigação por gotejamento. O autor observou aumento no número de ramos laterais até 125% da ECA. Com o aumento do número de ramos, foi observado neste estudo maior quantidade de flores por planta, tornando-a mais produtiva.

4.8 Produtividade

A Figura 10 mostra a produtividade com base nas lâminas de irrigação. A produtividade do quiabo respondeu às lâminas de irrigação de forma linear crescente, com efeito significativo ($p < 0,01$), considerando as duas cultivares.

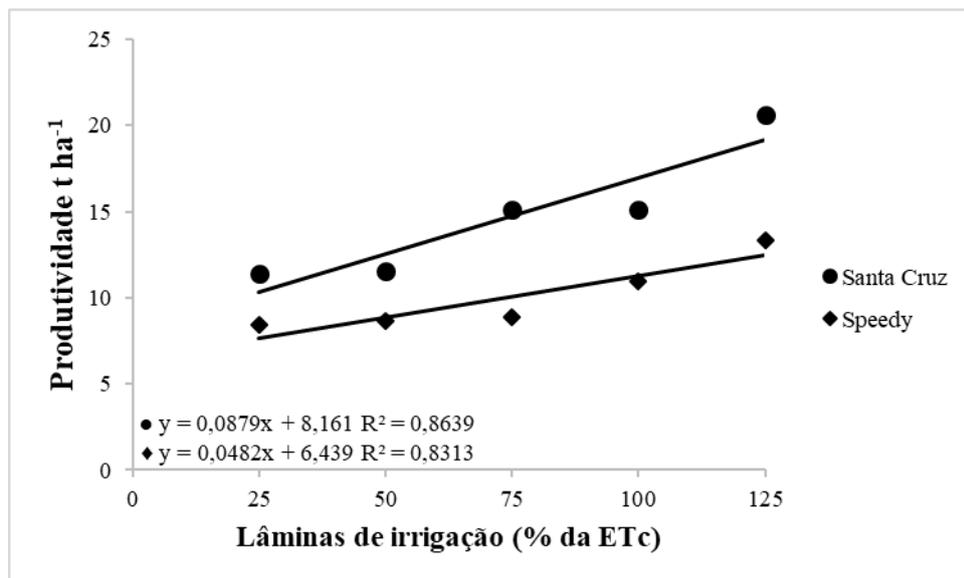


Figura 10. Produtividade sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

A variação da produtividade de quiabo obtida nos tratamentos de 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc variou de 11,38; 11,58; 15,09; 15,11 e 20,60 t ha⁻¹ para a cultivar Santa Cruz; já para a Speedy, foi de 8,45; 8,67; 8,86; 10,96 e 13,33 t ha⁻¹. Com o período de 84 DAT, o valor máximo encontrado neste estudo para a cultivar Santa Cruz está na média normal da cultura, estimada em torno de 15 a 20 t ha⁻¹ com ciclo de 150 a 400 dias (Filgueira, 2012). Valor diferente foi encontrado por Galati et al. (2013) que, com ciclo de 120 dias, obtiveram produção de 12 t ha⁻¹, valor inferior quando comparado à produtividade máxima da cultivar Speedy.

A produtividade máxima obtida no presente trabalho pelas duas cultivares foi superior à produtividade encontrada por Al-Harbi et al. (2008), de 13,19 t ha⁻¹. Os autores trabalharam com irrigação por gotejamento com até 120 % da ETo durante dois anos consecutivos.

O valor mínimo de produção das cultivares ocorreu no tratamento 25% da ETc: 11,38 e 8,45 t ha⁻¹ para as cultivares Santa Cruz e Speedy, respectivamente. Observa-se aumento de produção na cultivar Santa Cruz de 81,02% da menor lâmina para a maior, já para Speedy, foi de 57,75%, mostrando que, a variação das lâminas resulta em produções significativas, sendo importante o manejo da irrigação para alcançar maior produtividade para a cultura do quiabo.

Galati et al. (2013), trabalhando com a cultivar Santa Cruz, fizeram irrigações no início do cultivo, no período de emergência e estabelecimento das plantas e nos últimos 30 dias do ciclo da cultura, obtendo produtividade de 12 t ha⁻¹. Essa produtividade foi inferior à correspondente aos tratamentos submetidos a 125% da ETc do presente estudo. Isso mostra a

importância da frequência da irrigação no desenvolvimento da cultura do quiabo, evitando, assim, que a planta não sofra déficit hídrico, o que pode afetar a produtividade.

Jayapiratha et al. (2010) concluíram que o sistema de irrigação por gotejamento, quando implantado adequadamente para o quiabo, apresenta resposta positiva para rendimento. Tiwari et al. (1998) também afirmaram que a produção comercial total de quiabo sob irrigação por gotejamento é economicamente viável e com aumento significativo.

4.9 Eficiência do uso da água

A Figura 11 mostra efeito das lâminas de irrigação na eficiência do uso da água. Nota-se que o modelo linear decrescente ($p < 0,01$) foi o mais adequado aos resultados obtido pelas cultivares. À medida que a irrigação aumentou, ocorreu diminuição na eficiência do uso da água.

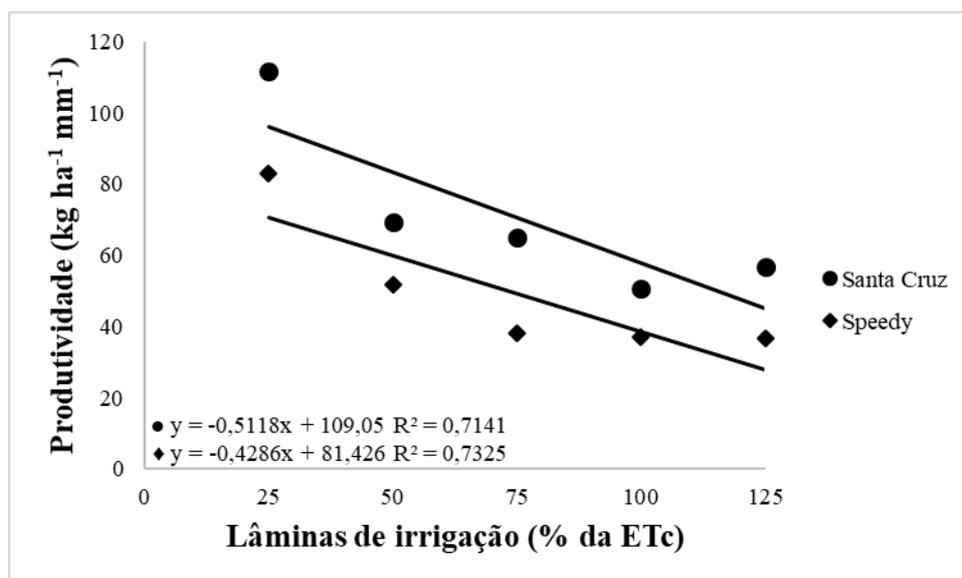


Figura 11. Eficiência do uso da água do quiabeiro sob lâminas de irrigação. Ceres – GO. 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Os valores de eficiência no uso da água variaram de 111,54; 69,26; 64,94; 50,79 e 56,80 kg ha⁻¹mm⁻¹ para cultivar Santa Cruz, e a Speedy obteve 82,82; 51,86; 38,13; 36,84 e 36,75 kg ha⁻¹mm⁻¹, correspondentes às lâminas de irrigação de 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc, respectivamente. Percebe-se que no tratamento correspondente à lâmina de 25% da ETc as cultivares obtêm maior eficiência do uso de água para o cultivo do quiabo. Observa-se ainda que a cultivar Santa Cruz, submetida à lâmina de 125% da ETc, obteve rendimento de 56,80 kg ha⁻¹mm⁻¹, esta última considerada ponto médio dentro do intervalo válido para essas observações.

Além de as cultivares obterem maior EUA no tratamento correspondente a 25% da ETc, também apresentaram menor custo de produção, mas, conseqüentemente, menor produtividade, o que acarretou menor benefício custo, quando comparado aos demais tratamentos. Por outro lado, nas regiões onde o fator água é limitante, devem ser feitas restrições no suprimento hídrico, o que pode afetar diretamente o desenvolvimento econômico e a qualidade do produto.

A disponibilidade de água é um fator importante a ser considerado quando se pretende obter ganhos na produtividade de quiabo, podendo ser melhorada pelo uso de estratégias que apresentem alternativas mais sustentáveis, que permitam reduzir as perdas de água por evaporação, pela adoção criteriosa do sistema e manejo da irrigação. Assim, a melhor certeza e a melhor adaptação da irrigação poderão melhorar o rendimento e a produtividade pela melhor gestão da utilização da água.

Costa (2014), avaliando a cultivar de quiabo Santa Cruz submetida a diferentes lâminas de irrigação por gotejamento, obteve resposta quadrática para eficiência do uso de água, tendo a eficiência máxima em 72,75% da ECA, com produção de aproximadamente 49,60 kg por mm⁻¹ de água. Este valor foi inferior quando comparado à eficiência obtida na lâmina de 75% da ETc no presente estudo.

A Tabela 5 mostra os dados para as variáveis diâmetro de fruto, altura de planta, diâmetro de caule, diâmetro de copa, eficiência do uso da água e produtividade entre as cultivares de quiabo sob diferentes lâminas de irrigação.

Tabela 5. Diâmetro de fruto (DF), altura de planta (AL), diâmetro de caule (DC), diâmetro de copa (DCO), eficiência do uso da água (EUA) e produtividade (PROD) de duas cultivares de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.). Ceres – GO, 2018

Cultivares	DF (mm)	AL (cm)	DC (mm)	DCO (cm)	EUA (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)	PROD (t ha ⁻¹)
Santa Cruz	17,81 a	103,50 a	33,00 a	62,75 a	70,66 a	14,75 a
Speedy	15,43 b	66,25 b	21,16 b	46,85 b	49,28 b	10,05 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A cultivar Santa Cruz destacou-se com maiores médias em todas as variáveis, diferenciando-se estatisticamente da cultivar Speedy.

Com o uso da irrigação, a cultivar Santa Cruz mostrou melhor adaptação nas condições do Cerrado, tendo a cultivar Speedy apresentado produção precoce (Tabela 6). A produção da cultivar Speedy começou aos 38 DAT, enquanto a da cultivar Santa Cruz foi iniciada aos 50 DAT.

Tabela 6. Fases fenológicas das cultivares de quiabo durante o período experimental. Ceres, GO. 2018.

DAT	Fases fenológicas		Temperatura do ar (°C)		
	Santa Cruz	Speedy	Máx.	Mín.	Méd.
11	Inicial	Inicial	37,2	12,4	24,8
22	Inicial	Vegetativo	38,2	10,8	24,5
31	Vegetativo	Pré-floração	39,2	14,5	26,9
35	Vegetativo	Formação de frutos	41,0	13,9	27,4
38	Pré-floração	Produção	28,8	16,9	22,9
40	Formação de frutos	Produção	40,8	14,1	27,4
50	Produção	Produção	39,7	16,6	28,1
72	Produção	Produção	40,6	15,2	27,9
84	Produção	Produção	42,3	19,7	31,0

DAT – dias após o transplântio; Max – máxima; Min – mínima; Med – média.

Quanto ao diâmetro de fruto, a cultivar Santa Cruz obteve a maior média (17,81 mm). O diâmetro de frutos encontrado neste trabalho foi superior aos dados obtidos por Guimarães (2008), quando avaliou rendimentos agrônômicos na cultivar Santa Cruz, tendo obtido média de 15 mm.

Com o curto período de colheita devido ao início das chuvas, a média da produtividade das cultivares ficou inferior à produtividade normal da cultura, em torno de 15 a 20 t ha⁻¹ (Filgueira, 2008), porém superior à encontrada por Paes et al. (2012), de 11,3 t ha⁻¹ na região de Campos dos Goytacazes – RJ.

4.10 Análises da qualidade de sementes de quiabo

No laboratório de Análises de Sementes foram feitos os testes para a determinação da qualidade das sementes de quiabo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para as lâminas de irrigação, foi feita análise de regressão. Os dados obtidos das análises das sementes de quiabo foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os dados observados de pureza de sementes de quiabo da cultivar Santa Cruz e Speedy foram de 100% para ambas as cultivares, em razão de a colheita ter sido manual, apresentando menor porcentagem de injúria. Maschietto et al. (2003) verificaram que a colheita manual fornece sementes de maior pureza física, apresentando qualidade fisiológica superior em comparação com sementes provenientes de colheita mecânica.

Observou-se efeito significativo para a interação entre os fatores lâminas de irrigação e cultivares para as variáveis de massa de mil sementes, condutividade elétrica de sementes e grau de umidade. Para os fatores isolados, obteve-se significância para as variáveis teste

padrão de germinação, massa de mil sementes, condutividade elétrica e grau de umidade entre as lâminas de irrigação, e quando avaliadas as cultivares, houve efeito significativo desse fator para os testes de condutividade elétrica e grau de umidade (Tabela 7).

A massa de mil sementes não foi influenciada pelas lâminas de irrigação. Para as cultivares, não houve diferenças para o teste padrão de germinação.

Tabela 7. Análise de variância para teste de padrão de germinação (TPG), massa de mil sementes (MMS), condutividade elétrica (CE), grau de umidade (GU) e envelhecimento acelerado (ENVA)

FV	TPG	MMS	CE	GU	ENVA
Lâminas	773,90 ^{**}	15,24 ^{ns}	1542292,96 ^{**}	0,19 [*]	102,25 ^{ns}
Cultivares	230,40 ^{ns}	388,19 ^{**}	14395704,32 ^{**}	37,34 ^{**}	1690,00 ^{**}
Int. L x C	131,90 ^{ns}	28,52 ^{**}	1045015,93 ^{**}	0,41 ^{**}	352,25 [*]
Erro	62,80	7,08	176531,45	0,06	110,20
CV (%)	12,86	3,82	32,85	2,23	16,53

FV - Fonte de variação; GL - grau de liberdade; ** e * - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV - coeficiente de variação.

Entre as cultivares houve diferença estatística para massa de mil sementes, condutividade elétrica e grau de umidade. Pelas lâminas de irrigação, foram influenciados significativamente a 5 e a 1% o teste padrão de germinação, condutividade elétrica e o grau de umidade.

4.11 Grau de umidade

Os valores do desdobramento referentes ao grau de umidade das sementes das cultivares de quiabo estão apresentados na Figura 12. Para a cultivar Santa Cruz, os dados de grau de umidade não se ajustaram a nenhum modelo matemático, apresentando maior porcentagem de umidade, 10,66%, para o tratamento sob a lâmina de 75% da ETc (Tabela 8).

Analisando a Figura 12, observa-se que as lâminas de irrigação influenciaram no grau de umidade para cultivar Speedy. Nota-se que o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou ao conjunto de dados médios deste parâmetro, com efeito significativo a ($p < 0,01$) com ajuste de 60%.

O comportamento deste parâmetro foi semelhante à massa de mil sementes, visto que a cultivar Speedy apresentou respostas positivas com o incremento da lâmina de 86% da ETc. Isso resultou num grau de umidade de 12,69%, proporcionando incremento de 2,03% em comparação ao da cultivar Santa Cruz, sob 75% da ETc (Tabela 8).

Verifica-se na Figura 12 que, com a aplicação de lâminas superiores a 75% da ETc para a cultivar Santa Cruz, o grau de umidade das sementes se reduziu. Na mesma figura, a

curva apresentada para a cultivar Speedy mostrou decréscimo na porcentagem de umidade das sementes de quiabo, com redução mais acentuada ao elevar a lâmina a partir de 100% da ETc.

Pelos dados referentes à qualidade inicial das sementes de quiabo, avaliadas pelo grau de umidade, pode-se observar que os valores entre as lâminas da cultivar Speedy estiveram próximos de 12,47; 12,68; 11,39; 12,69 e de 11,99%, com variação média de 1,93 pontos percentuais em relação à cultivar Santa Cruz (Figura 12). Essa variação, relativamente pequena, indica que não houve interferência do grau de umidade das sementes. Este é um fator importante para as demais avaliações de qualidade fisiológica. Marcos Filho (1999) enfatiza que a uniformização dessa variável é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

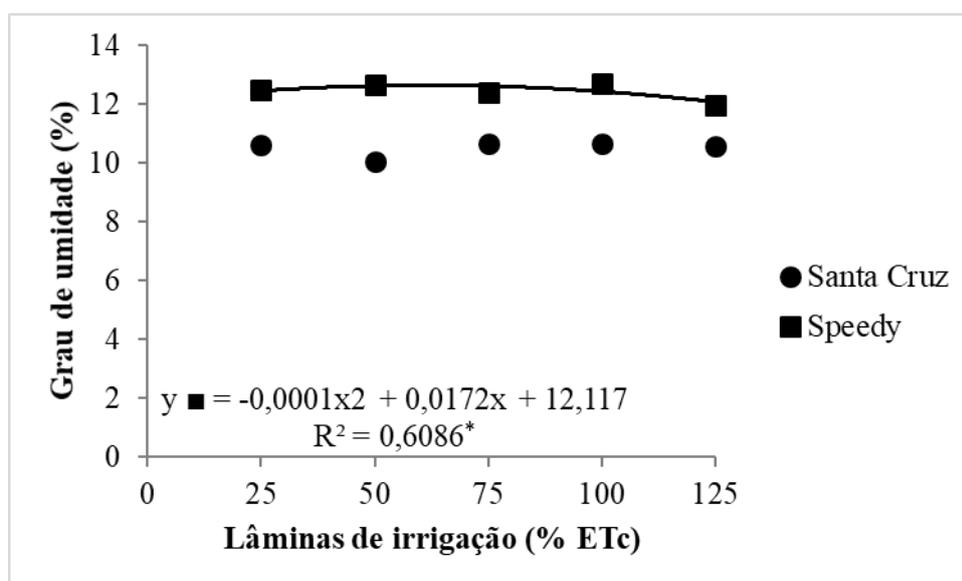


Figura 12. Interação entre lâminas de irrigação x cultivares para grau de umidade de semente de quiabo produzido sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

As lâminas de irrigação alteraram o grau de umidade das sementes da cultivar Speedy. Segundo Bragantini (2005), quando a umidade das sementes apresenta grau de umidade abaixo de 13%, o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado, porém, ao aumentar o teor de água, o processo respiratório é acelerado e a deterioração, intensificada.

As variações observadas no grau de umidade em função das diferenças entre os tratamentos são um indicativo de possíveis alterações no comportamento do potencial fisiológico das sementes em resposta ao fator estudado. Resultado similar a este foi

encontrado por Claudemir Zucareli et al. (2015) estudando qualidade fisiológica de sementes de feijão.

Castro et al. (2008), ao estudar qualidade de semente de quiabo, relatam que, quanto ao teor de água que as sementes atingiram aos 55 dias após a antese, sua maturação ocorreu com média de 13,8%, valor próximo ao encontrado no presente estudo.

4.12 Massa de mil sementes

O desdobramento para as lâminas de irrigação dentro das cultivares para massa de mil sementes encontrou relação quadrática significativa ao modelo matemático apresentado ($p < 0,01$) para a cultivar Speedy (Figura 13). Para a cultivar Santa Cruz, nenhum modelo matemático se ajustou aos resultados obtidos. Na equação quadrática, a massa de mil sementes (g) respondeu positivamente à lâmina de irrigação até o ponto máximo de 80,93% da ETc para ambas as cultivares. Nesse ponto, a massa de mil sementes também foi máxima (69,57g). Entretanto, tendo em vista esses resultados, pode-se afirmar que, a partir do ponto máximo para a cultivar Speedy, a tendência é diminuir a massa de sementes com o incremento da irrigação.

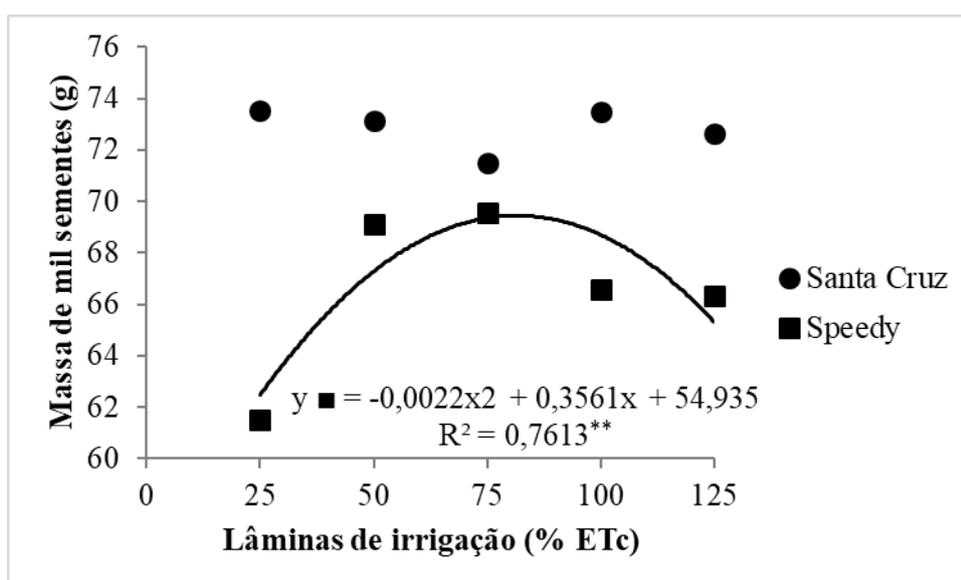


Figura 13. Interação entre as lâminas de irrigação x cultivares para peso de mil sementes de semente de quiabo produzido sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO. 2018.

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Os resultados encontrados do desdobramento para a cultivar Santa Cruz, Tabela 8, sob as lâminas de 25 e 100% da ETc, mostraram os mesmos valores, não se diferenciando estatisticamente das demais lâminas. Pode-se inferir que as lâminas de irrigação não influenciam na massa de sementes dessa cultivar. Entre as cultivares, houve diferença

estatística a 1% de probabilidade. A cultivar Santa Cruz apresentou maiores médias para esta variável. Guedes et al. (2009) relatam que o teste de vigor permite identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento.

Segundo Irigon e Mello (1995), o peso das sementes é uma das causas morfológicas que podem comprometer o vigor e assim influenciar na qualidade. De acordo com Popinigis (1985) e Carvalho & Nakagawa (2000), uma semente atinge seu máximo vigor quando apresenta seu máximo peso de massa seca. Guedes et al. (2009) observaram que os lotes que continham as sementes mais pesadas apresentaram melhor qualidade fisiológica.

Tabela 8. Desdobramento da interação lâminas x cultivar, significância dos componentes linear e quadrático, no modelo de regressão aplicado à interação para massa de mil sementes, grau de umidade, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, Ceres – 2018

C.	V.	Lâminas de irrigação					D.P.	Pr>F	
		25	50	75	100	125		b1	b2
S. Cruz	MMS	73,51	73,14	71,48	73,50	72,63	0,85	0,744	0,595
S. Cruz	GU	10,63	10,04	10,66	10,65	10,58	0,27	0,219	0,395
S. Cruz	CE	834,58	783,54	586,20	586,27	604,78	120,26	0,331	0,672
Speedy	ENVA	65,00	57,00	55,00	51,00	57,00	5,10	0,195	0,196

C – cultivar; V – variável; D.P. – desvio padrão; b1 – linear; b2 – quadrática; S. Cruz – santa cruz. Teste F significativo a 1 e a 5% de probabilidade respectivamente.

4.13 Teste padrão de germinação

Para a variável germinação de sementes, houve efeito significativo ($p < 0,01$) para o fator lâminas. Não houve significância entre as cultivares e também para a interação entre cultivar e lâminas. Pode-se observar na Figura 14 de análise de regressão que o aumento das lâminas de irrigação reduziu de forma linear decrescente a germinação das cultivares de quiabo. A máxima germinação da cultivar Santa Cruz foi de 75,50% quando submetida à lâmina de 50% da ETc, enquanto para a cultivar Speedy, foi de 77,00% para as sementes produzidas sob a lâmina de 25% da ETc. Maior valor quando comparado aos demais tratamento que aqueles que receberam maior quantidade de água.

Na mesma figura observa-se que a lâmina de 125% da ETc proporcionou menor resultado para a germinação, 46,00%, para cultivar Santa Cruz; já para Speedy, foi quando as sementes foram submetidas à lâmina de 100% da ETc (52,50%). Deste modo, verificou-se

que, na medida em que a lâmina de irrigação disponibilizada para a cultura aumentou a partir de 50% da ETc, ocorreu decréscimo linear na germinação das sementes.

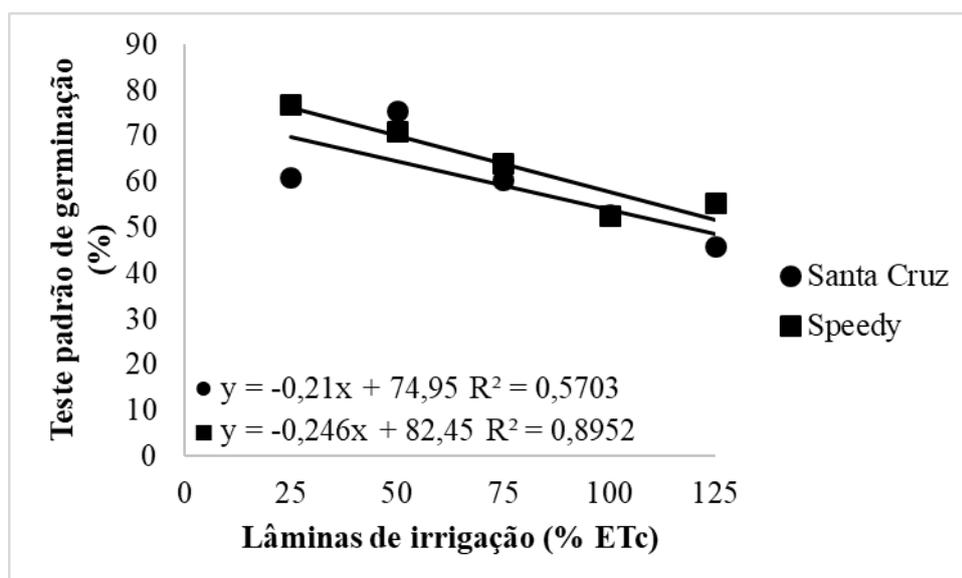


Figura 14. Teste padrão de germinação de semente de quiabo produzido sob as lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Esses resultados ficam abaixo quando comparados aos de Torres et al. (2014), que encontraram resultados acima de 80% para sementes de quiabo. Porém Cati (1999) descreve que a germinação média dentro do mínimo estabelecido nos padrões para comercialização de sementes de quiabo é de 70%. Este resultado está representado pelo tratamento de 50 e 25% da ETc com as cultivares Santa Cruz e Speedy, respectivamente.

Tais sementes com maior germinação produzidas sob as menores lâminas, obtidas no teste padrão de germinação e no envelhecimento acelerado, talvez tenham apresentado menor dormência, o que pode ter facilitado o desenvolvimento do embrião. Segundo Sonnenberg (1985), as sementes de quiabo, após a maturidade fisiológica, apresentam dificuldades na germinação pela presença de substâncias gordurosas na constituição de seu tegumento, que dificultam a absorção de água.

Guimarães et al. (2006) discorre que a dormência em sementes, que geralmente ocorre após atingirem a maturidade fisiológica, advém da adaptação da espécie às condições ambientais em que ela é reproduzida. Considerando a alta adaptação das cultivares de quiabo sob as lâminas acima de 75% da ETc, pode ter ocorrido maior dormência dessas sementes, o que impediu maior germinação. Este fato foi corroborado por Rodrigues et al. (2014), verificado nos tratamentos pré-germinativos de sementes de *Hibiscus sabdariffa* L., conhecido como quiabo azedo.

4.14 Teste de Envelhecimento acelerado

Houve interação significativa entre as cultivares de quiabo. No desdobramento das cultivares dentro das lâminas de irrigação para envelhecimento acelerado, foi encontrada relação quadrática ($p < 0,01$) para a cultivar Santa Cruz; já para a cultivar Speedy, nenhum modelo matemático se ajustou aos dados (Figura 15). Na mesma figura, a equação de regressão da cultivar apresentou coeficiente de regressão crescente da ordem de 1,036% por unidade de semente até 80,93% da lâmina de irrigação. Neste ponto, a germinação pelo teste de envelhecimento acelerado foi de 81%. A partir daí, à medida que a lâmina aumenta, a germinação das sementes diminui na razão de 0,006% para cada semente.

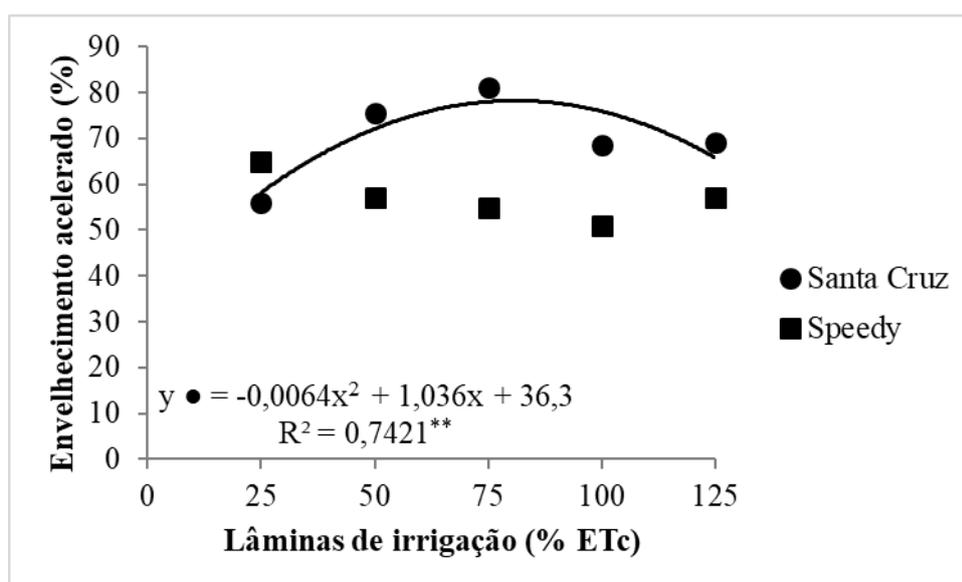


Figura 15. Interação entre as lâminas de irrigação x cultivares para o envelhecimento acelerado. Ceres - GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

A cultivar Santa Cruz apresenta melhor potencial fisiológico, diferenciando-se estatisticamente ($p < 0,05$) da cultivar Speedy. A cultivar Speedy expressou melhor germinação quando submetida à lâmina de 25% da ETc (65%) (Tabela 8). Por outro lado, observa-se na Figura 15 que lâminas superiores a 25% da ETc para a mesma cultivar proporcionaram redução na germinação. Marcos Filho (1999) descreve que o teste de envelhecimento acelerado consiste em avaliar a resposta das sementes, por meio do teste de germinação, após terem sido submetidas a condições de estresse de temperatura e umidade relativa elevadas por um período determinado.

Observa-se que as lâminas de irrigação têm forte influência sobre o teste de envelhecimento acelerado. Contudo, o presente trabalho difere dos resultados de Lopes et al.

(2010), que utilizaram a mesma combinação de tempo para o teste de envelhecimento acelerado e obtiveram 71,1% sobre o vigor de lotes de sementes para a cultivar Santa Cruz.

Torres et al. (2014) constataram, em duas cultivares de quiabo, Santa Cruz e Colhe Bem, que, na temperatura de 41°C por 48 horas, a cultivar Santa Cruz apresenta resultados superiores. Essa tendência de variação significa que existe a correspondente precisão de estimativa de qualidade dos lotes de sementes.

De modo geral, as condições de déficit hídrico, lâminas inferiores a 75% da ETc, impostas às sementes de quiabo, possibilitaram a identificação de alto vigor. Essas lâminas permitiram classificar os lotes em níveis superiores de vigor, fornecendo informações correlacionadas com os resultados do teste padrão de germinação (Figura 14).

4.15 Condutividade elétrica das sementes

Para condutividade elétrica de sementes (CE), ocorreu significância para as fontes de variação, Tabela 7, tendo sido estudada apenas a interação dupla das lâminas dentro das cultivares, cujos resultados estão na Figura 16. Houve resposta linear significativa ($p < 0,01$) dos níveis de irrigação para a cultivar Speedy, obtendo o valor máximo de $3.152,6175 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, obtida na lâmina de 25% da ETc. Os tratamentos de lâminas para o valor da condutividade elétrica das sementes não se ajustaram a nenhum modelo matemático para a cultivar Santa Cruz.

O valor da condutividade elétrica de sementes da cultivar Santa Cruz sob a lâmina de irrigação referente a 25% da ETc foi de $834,575 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (Tabela 8). Isso foi determinante para observar que, com o aumento das lâminas de irrigação, houve menores deteriorações nas sementes.

Entre as cultivares, a cultivar Santa Cruz apresentou valores de CE inferiores quando comparada à cultivar Speedy. Com o acréscimo das lâminas de irrigação, as cultivares apresentaram menores valores de CE. Essa diferença entre as lâminas deve ser atribuída à quantidade de água que as sementes gastaram para atingir a maturação ideal, tendo aumento da viscosidade. De maneira geral, a análise dos dados mostrou relação direta com o as lâminas de irrigação, de acordo com o teste avaliado.

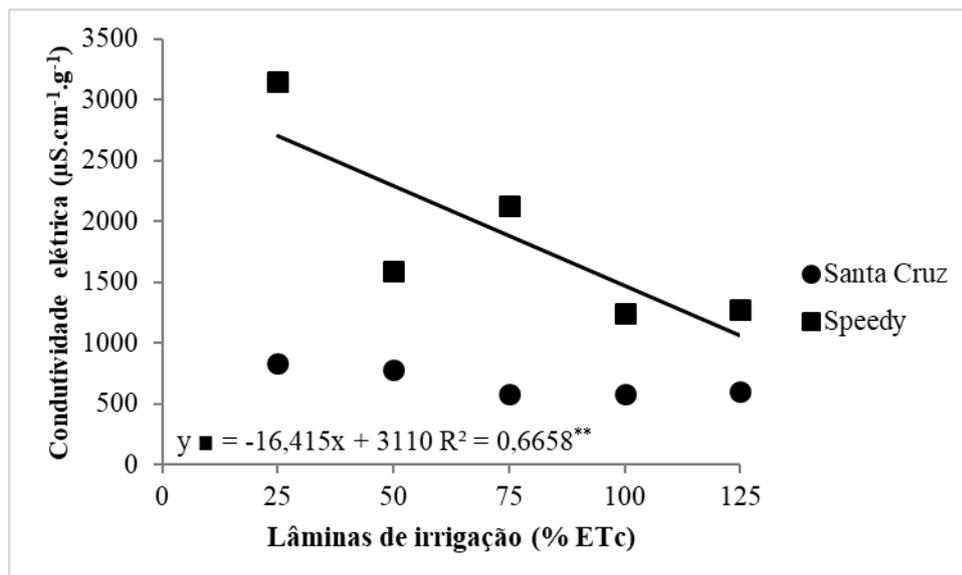


Figura 16. Interação lâminas de irrigação x cultivares para condutividade elétrica de semente de quiabo produzido sob lâminas de irrigação. Ceres – GO, 2018

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Particularmente, com referência à sensibilidade dos lotes de sementes em relação ao período de embebição, estabeleceu-se que sementes menos vigorosas apresentam menor velocidade de estruturação das membranas, tendo como consequência maior liberação de exsudatos para o exterior da célula e, portanto, maior condutividade elétrica que aquelas sementes mais vigorosas (Lopes & Franke, 2010).

Os resultados encontrados neste estudo foram superiores aos de Lopes (2007) ao avaliar teste de vigor em sementes de quiabo pelo teste de condutividade elétrica, tendo obtido $279,7 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ no período 24 horas a 30°C .

A Tabela 9 apresenta os resultados médios dos testes de qualidade para as variáveis grau de umidade, massa de mil sementes, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Houve efeito significativo entre as cultivares. As sementes da cultivar Santa Cruz apresentaram maiores médias para massa de mil sementes e envelhecimento acelerado e menores médias para a condutividade elétrica e grau de umidade. A cultivar Speedy apresentou maiores valores nos testes de grau de umidade e condutividade elétrica e menor valor nos testes de envelhecimento acelerado e massa de mil sementes.

Tabela 9. Grau de umidade (GU), massa de mil sementes (MMS), condutividade elétrica (CE) e envelhecimento acelerado (ENVA) de duas cultivares de quiabo, Ceres – GO

Cultivares	GU (%)	MMS (g)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	ENVA (%)
Santa Cruz	10,51 b	72,85 a	679,07 b	70,00 a
Speedy	12,44 a	66,62 b	1878,89 a	57,00 b

Para grau de umidade, a cultivar Speedy apresentou melhor resultado, diferindo, portanto, significativamente, da cultivar Santa Cruz. O grau de umidade entre as sementes das cultivares variou de 10,51% a 12,44%, estando dentro da faixa de 10 a 17%, não influenciando no teste de condutividade elétrica, segundo Vieira & Krzyanowski (1999). A uniformização do teor de água das sementes dos diferentes lotes é fundamental para a harmonização das avaliações e a obtenção de resultados confiáveis.

Através dos testes de MMS, CE e ENVA, a cultivar Santa Cruz se destaca com as sementes de maior vigor, permitido indicar a cultivar Speedy com qualidade fisiológica inferior. Carvalho & Nakagawa (2000) relatam que uma semente atinge seu máximo vigor quando apresenta seu máximo peso de massa seca. Assim, o teste de condutividade elétrica apresentou melhor potencial para avaliação do vigor das sementes de quiabo produzido sob diferentes lâminas de irrigação.

Desta forma, Lopes et al. (2010) relatam que, tendo em vista o envelhecimento acelerado, são consideradas mais vigorosas as sementes que apresentam maior germinação.

4.16 Viabilidade financeira

A Tabela 10 lista o custo operacional total (COT) fixo da produção de um hectare de quiabo, levando em consideração a eletricidade e a depreciação do sistema de irrigação que recebeu 100 % da ETC.

Tabela 10. Custo operacional total (COT) fixo para produção de um hectare de quiabo

1 - Custos fixos	QD	Valor (R\$)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Tubo de polietileno 50 mm (un)	20	25,98	519,60
T interno 50 mm (un)	1	4,30	4,30
Nipe 1' (un)	1	3,00	3,00
Registro roscavel de 50 mm (un)	2	8,50	17,00
Adaptador rosca interna 1' (un)	1	3,90	3,90
Tampão 50 mm (un)	1	3,50	3,50
Chula (un)	100	0,30	30,00
Conector inicial simples com registro (un)	100	2,30	230,00
Fita gotejadora PBO 16 mm (m)	10000	0,35	3547,60
Manômetro (un)	1	30,00	30,00
Motobomba (un)	1	229,00	229,00
Filtro (un)	2	130,00	260,00
Análise de solo (un)	1	30,00	30,00
Preparo de solo			
Aração (h)	1,4	120,00	168,00
Gradagem (h)	1,4	120,00	168,00
		Sub. Total	R\$ 5.543,90
2 - Custo variáveis de irrigação	QD	Valor (R\$)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Formação das mudas (h/homem)	4	5,92	23,68
Transplântio (h/homem)	8	5,92	47,36
Energia (kWh)	102,9	0,73	75,12
Ureia (kg)	4	86,00	344,00
Termofosfato magnésiano (kg)	35	70,00	2450,00
Cloreto de potássio (kg)	1	105,00	105,00
Inseticida (kg)	1,5	350,00	525,00
Fungicida (kg)	0,7	80,00	56,00
Colheita (h/homem)	150	5,92	888,00
Manutenção e reparos			
Adubação de cobertura (h/homem)	16	5,92	94,72
Aplicação de agrotóxicos (h/homem)	12	5,92	71,04
Capina manual (h/homem)	120	5,92	710,40
		Sub. Total	R\$ 5.390,32
Mão de obra	QD	Valor (R\$)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Montagem do sistema de irrigação (h/homem)	10	5,92	59,20
Operação do sistema (h/homem)	34,3	5,92	203,06
Remoção do sistema (h/homem)	12	5,92	71,04
		Sub. Total	R\$ 333,30
Custo de entrada	QD	Valor (R\$)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Ureia (kg)	4	86,00	344,00
Termofosfato magnésiano (kg)	35	70,00	2450,00
Cloreto de potássio (kg)	1	105,00	105,00
Inseticida (kg)	1,5	350,00	525,00
Fungicida (kg)	0,7	80,00	56,00
Sementes (g)	2000	0,15	300,00
		Sub. Total	R\$ 3.780,00
Depreciação fixa	QD	Valor (R\$)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Trator (h)	2,8	4,30	12,04
Motobomba (h)	34,3	0,03	0,99
Reservatório de água (h)	34,3	0,43	14,68
Tubulação (h)	34,3	0,07	2,24
Conexões (h)	34,3	0,07	2,50
Fita gotejadora (h)	34,3	1,25	42,81
		Sub. Total	R\$ 75,26
COT			15.122,78

g – gramas; h – horas; h/homem – hora homem; kWh – quilowatt hora; kg – quilograma; m – metros; un – unidade.

A viabilidade financeira deste estudo foi feita com base nos resultados da média de produção das cultivares de quiabo. O custo operacional total foi de R\$ 15.122,78. Deste montante, 36,66% pertence aos custos fixos; 35,64%, ao custo variável de irrigação; 25,00%, ao custo de entrada; 2,20%, à da mão de obra; e 0,50%, à depreciação.

A Tabela 11 lista o custo da depreciação por tratamento (COtrat) referente às horas de uso dos itens do sistema de irrigação.

Tabela 11. Custo operacional da depreciação por tratamento (COtrat)

Lâminas de irrigação (% ETc)	Tempo de irrigação (h)	Depreciação (R\$/h)				
		Moto bomba	Conexões	Tubulação	Fita gotejadora	Reservatório de água
25	8,57	0,03	0,07	0,07	1,25	0,43
50	17,15	0,03	0,07	0,07	1,25	0,43
75	25,70	0,03	0,07	0,07	1,25	0,43
100	34,30	0,03	0,07	0,07	1,25	0,43
125	43,00	0,03	0,07	0,07	1,25	0,43

Lâminas de irrigação (% ETc)	Trator	Custo (R\$/h)				
		Moto bomba	Conexões	Tubulação	Fita gotejadora	Reservatório de água
25	12,04	0,25	0,63	0,56	10,70	3,67
50	12,04	0,49	1,25	1,12	21,41	7,34
75	12,04	0,74	1,88	1,68	32,08	11,00
100	12,04	0,99	2,50	2,24	41,81	14,68
125	12,04	1,24	3,14	2,80	53,67	18,41

Lâminas de irrigação (% ETc)	Total (R\$/h)
25	27,84
50	43,65
75	59,41
100	75,26
125	91,30

Para cada tratamento, o tempo de uso do sistema é diferente em função das lâminas usadas neste estudo, o que implica custos. O custo da depreciação do trator se manteve igual para todos os tratamentos pelo fato de o serviço de preparo de solo ser o mesmo. Entretanto, podemos observar que o valor da depreciação para cada tratamento se mantém fixo, sendo que isso ocorre em função do prazo anual de uso, que é igual em todos os tratamentos.

Entre os tratamentos irrigados, houve aumento do custo da mão de obra para operação do sistema e consumo de energia por tratamento (CMO_{osce}), em função do aumento das lâminas de água aplicadas (Tabela 12).

Tabela 12. Custo da mão de obra para operação do sistema e consumo de energia por tratamento (CMO_{osce})

Lâminas de irrigação (% ETc)	TFS (h)	KWh (Total)	KWh (R\$)	COS/h (R\$)	VCE (R\$)	OS (R\$)	VCE + OS
25	8,57	25,71	0,73	5,92	18,77	50,73	69,50
50	17,15	51,45	0,73	5,92	37,56	101,53	139,09
75	25,70	77,10	0,73	5,92	56,28	152,14	208,43
100	34,30	102,90	0,73	5,92	75,12	203,06	278,17
125	43,00	129,00	0,73	5,92	94,17	254,56	348,73

TFM – tempo de funcionamento do sistema; KWh total – consumo total de kilowatts hora; KWh – kilowatts hora; COS – custo operacional do sistema por hora; VCE – valor do custo de energia; OS – Operação do sistema.

Os fatores que contribuíram para o aumento do (CMO_{osce}) na área irrigada foram os custos variáveis da mão de obra para operação do sistema e energia utilizada por tratamento. Observa-se que os valores de VCE + OS são crescentes de acordo com o aumento das lâminas.

A Tabela 13 apresenta o custo total por tratamento (CTT) para a produção de um hectare de quiabo irrigado por gotejamento em relação às lâminas aplicadas.

Tabela 13. Custo total por tratamento (CTT) para produção de quiabo irrigado

Lâminas de irrigação (% ETc)	CTT (R\$ ha ⁻¹)
25	14.866,68
50	14.952,08
75	15.037,18
100	15.122,78
125	15.209,37

No que se refere aos resultados apresentados na Tabela 13, o custo de produção total tem como magnitude aumento gradativo de acordo com o aumento da lâmina de água aplicada. A lâmina de 25% da ETc apresentou menor custo de produção em razão do seu menor uso de água e de mão de obra para operar o sistema de irrigação, o que influenciou no custo final de produção.

O maior custo total por tratamento foi observado no correspondente a 125% da ETc (R\$ 15.209,37). Porém, quando comparado aos demais tratamentos, apresenta uma diferença

de 2,25; 1,69; 1,13 e de 0,57% na receita total. Mas quanto maior a lâmina de irrigação aplicada, maior é o custo. Considerando o aumento progressivo da lâmina de irrigação, pode-se afirmar que a variação nos custos é relativamente pequena.

O tratamento que consiste em 125% da ETc apresentou o maior valor nos índices de eficiência econômica (Tabela 14).

Tabela 14. Custo e lucro operacional de quiabo sob as lâminas de irrigação

Lâminas (% da ETc)	LI	TI	CE (KWh)	VQF	PT	RB	RL	IL	PE	B/C
25	65,17	8,57	25,72	2,86	9.915	28.327,16	13.460,48	0,48	1,50	0,91
50	130,34	15,15	51,45	2,86	10.125	28.927,13	13.975,05	0,48	1,48	0,93
75	195,51	25,70	77,17	2,86	11.975	34.212,58	19.175,40	0,56	1,26	1,28
100	260,68	34,30	102,9	2,86	13.035	37.241,00	22.118,22	0,59	1,16	1,46
125	325,85	43,00	128,62	2,86	16.965	48.469,01	33.259,64	0,69	0,90	2,19

LI – lâmina de irrigação em mm; TI – tempo de irrigação, h; CE – consumo de eletricidade; VQF – valor quilograma do fruto, R\$; PT – produtividade total em t ha⁻¹; RB – receita bruta; RL – receita líquida; IL – índice de lucratividade; PE – preço de equilíbrio; B/C – relação benefício custo.

Verificou-se que as lâminas de irrigação interferiram na produtividade de maneira significativa. Analisando as médias de produtividade total do quiabo, apresentadas na Tabela 14, verificou-se que foram crescentes em valores absolutos. O tratamento que recebeu a lâmina de 125% da evapotranspiração da cultura foi o que atingiu maior produção acumulada, nas 10 colheitas analisadas no período de 84 dias, obtendo média de 16.965 t ha⁻¹.

A análise de lucro operacional feita nas cinco situações consideradas (porcentagens da evapotranspiração da cultura) mostrou que todas apresentaram situação de lucro, obtendo retorno quando considerado o emprego do capital, observados os valores de benefício custo.

O tratamento correspondente a 25% da ETc obteve menor produção, 9.915 t ha⁻¹, contribuindo para que obtivesse a menor receita bruta, R\$ 28.327,16. Para este tratamento, o preço de equilíbrio (PE) observado foi o mais elevado, R\$ 1,50 kg⁻¹, acarretando renda líquida (RL), índice de lucratividade (IL) e relação benefício custo (B/C) baixos quando comparado aos demais tratamentos.

Como o valor do quilo do produto foi de R\$ 2,86 (CEASA, 2019), o índice de lucratividade médio por quilo foi de R\$ 0,48, R\$ 0,48, R\$ 0,56, R\$ 0,59 e de R\$ 0,69 para os respectivos tratamentos de 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc. Portanto, a irrigação com reposição de 125% da evapotranspiração da cultura promoveu lucratividade.

As lâminas de irrigação afetaram os custos. Isso está associado ao melhor resultado de índice de eficiência econômica para a cultura do quiabo (RB, RL, IL, B/C), tendo este

tratamento apresentou renda líquida 33,50% superior ao tratamento correspondente a 100 % da ETc e 59,53 % em relação a 25% da ETc. Por outro lado, apresentou o menor preço de equilíbrio, R\$ 0,90, maior índice de lucratividade, 69%, obtendo um retorno de R\$ 2,19 por real investido, estando o retorno financeiro associado ao maior nível de produção.

Considerando os resultados da associação de diversos indicadores com as diferentes variações de manejo estudados, proporcionados pela viabilidade financeira utilizada neste estudo, pode-se considerar que o cultivo de quiabo irrigado por gotejamento referente a 125% da ETc apresenta maior custo de produção, principalmente pela necessidade de usar maior quantidade de água. Por causa disso, há um consumo maior de energia, que proporciona aumento na produtividade e, conseqüentemente, melhores resultados econômicos para o produtor.

5. CONCLUSÕES

A lâmina de 125% da ETc apresentou maiores comprimentos e diâmetros de fruto, altura de planta, número de frutos por planta, número de ramos laterais e produtividade para as cultivares de quiabo.

A produção de quiabo no cerrado goiano com irrigação por gotejamento e com lâmina de reposição de 125% da ETc é viável economicamente e proporcionou maiores lucros.

A lâmina de 25% da ETc proporcionou a melhor EUA para as cultivares Santa Cruz e Speedy, tendo seu potencial diminuído com o acréscimo da lâmina de irrigação.

O tratamento de 25% da ETc proporcionou menor consumo de água e, conseqüentemente, menor custo operacional e menor benefício custo em comparação com as demais lâminas, cabendo ao agricultor decidir pela irrigação deficitária ou pelo aumento da produção pela irrigação.

As cultivares de quiabo produzidas sob as lâminas de 100 e 125% da ETc obtiveram sementes de alto vigor no teste de condutividade elétrica.

A cultivar de quiabo Santa Cruz obteve maior desempenho na aplicação das lâminas de irrigação no crescimento, na produtividade e na qualidade de sementes de quiabo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeogun, E. O. Effect of different irrigation water regime on cucumber yield and water use under sprinkler system. *Continental J. Agricultural Science*, v. 12, n. 2, p. 10–18, 2017.
- Al-Harbi, A. R.; Al-Omran, A. M.; El-Adgham, F. I. Effect of drip irrigation levels and emitters depth on okra (*Abelmoschus esculentus*) growth. *Journal Of Applied Sciences*, V. 8, N. 15, P. 2764–2769, 2008.
- Alencar, L. P.; Sedyama, 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.
- Aligaza, R. L.; Mello, V. D. C.; Santos, D. S. B.; Irigon, D. L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.
- Alves, F. I. dos S. Produção do quiabeiro no semiárido paraibano irrigado com água de reúso sob doses de nitrogênio. [s.l.] Universidade Federal de Campina Grande, 2015.
- Amaro, H. T. R.; David, A. M. S. S.; Assis, M. O. A.; Rodrigues, B. R. A.; Cangussú, L. V. S.; Oliveira, M. B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill .) Smith & Downs . Vigor tests to evaluate the physiological quality of *Sebastiania commersoniana* (Baill .) Smith & Downs seeds. *Ciências Agrárias*, v. 37, n. 81, p. 383–389, 2015.
- Bento, S. R. S. D. O.; Santos, A. E. O. dos; Melo, D. R. M. de; Torres, S. B. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Mulungu (*Erythrina velutina* WILLD.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 4, p. 111–117, 2010.
- Bisognin, M. B.; Kulczynski, S. M.; Ferrari, M.; Gaviraghi, R.; Pelegrin, A. J. de; Souza, V. Q. de. Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 39, n. 3, p. 349–359, 2016.
- Braga, M. B.; Marouelli, W.; Resende, G. M.; Moura, M. S. B.; Costa, N. D.; Calgaro, M.; Correia, J. S. Coberturas do solo e uso de manta agrotêxtil (TNT) no cultivo do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, v. 35, n. 1, p. 147–153, 2017.
- BRASIL. Instrução normativa srf nº 457, de 17 de outubro de 2004. Receita Federal - Acompanhamento diário da legislação autorizada da RFB, p. 12, 2004.
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- Brito, F. B. R. Estudo da temperatura de globo em relação à temperatura do ar durante atividades cognitivas em ambientes de ensino com alterações climáticas em áreas das regiões brasileiras. João Pessoa-PB: Universidade Federal da Paraíba, 2017. 194p. Dissertação Mestrado.
- Carvalho, D. F. de; Soares, A. A.; Ribeiro, C. A. A. S.; Sedyama, G. C.; Pruski, F. F.

Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba, utilizando a técnica da programação linear. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 2, p. 203–209, 2000.

Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

Castro, M. M.; Godoy, A. R.; Cardoso, A. I. Qualidade de sementes de quiabo em função e do repouso pós-colheita dos frutos. *Ciênc. Agrotec.*, v. 32, n. 5, p. 1491–1495, 2008.

CEASA – Centrais de abastecimento de Goiás. Goiânia: Centra de Abastecimento de Goiás, p.5–8, 2019.

Christofididis, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. *Revista de política agrícola*, n. 1, p. 115–127, 2013.

Christiansen, J. E. *Irrigation by sprinkling*. Berkley: University of California, 1942. 124p.

Cláudio, B. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. *Embrapa Arroz e Feijão*, p. 28, 2005.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. *Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª Aproximação*. UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio. Informativo Técnico, 1).

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada. *Padrões de sementes para 1999/2000*. Campinas, 1999. 6p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Boletim Hortigranjeiro*. v.4. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, mar.2018.

Conceição, M. A. F. *Manejo da irrigação*. EMBRAPA, 2005. (Sistema de Produção, 10).

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.

Cunha, D. A. da; Coelho, A. B.; Féres, J. G.; Braga, M. J.; Souza, E. C. de. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.51, n.2, p.369–386, 2013.

Cunha, F. N.; Silva, N. F. da; Teixeira, M. B.; Carvalho, J. J. de; Moura, L. M. de F.; Santos, C. C. dos. Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 8, n. 6, p. 444–454, 2014.

Dalmoro, M. A.; Medeiros, L.; Pauli, J.; Amarante, M. V. de. As lógicas dos produtores invisíveis: Significados culturais na produção agrícola familiar. *REAd*, Porto Alegre, v. 23, n.3, p.92–115, 2017.

Dias, D. C. F. S.; Marcos Filho, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Sci. Agric.*, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, Jan.1996.

Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Yield response to water. irrigation and drainage paper 33. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193p.

Ferreira, D. F. *Sisvar*: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons *sisvar*: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas bootstrap. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109–112, 2014.

Ferreira, W. R.; Ranal, M. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Brassica chinensis* L. var. *parachinensis* (Bailey) *sinskaja* (couve-da-malásia). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.3, p.353–361, 1999.

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.

Filgueira, F. A. R. *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

Fischer, I. H.; Filetti, M. de S.; Cruz, J. C. S.; Bueno, C. J. Efeito da temperatura e reação de genótipos de quiabeiro ao mofo branco. *Summa Phytopathologica*, v.40, n.1, p.49–53, 2014.

Galati, V. C.; Cecilio Filho, A. B.; Alves, A. U. Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.1, p.191–200, 2013.

Guedes, R. S. ; Alves, E. U.; Gonçalves, E. P.; Santos, S. do R. N. dos; Lima, C. R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae - Papilionoidae). *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.5, p.1360–1365, 2009.

IBGE. 2017. Censo agropecuário: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>. Acesso em: 28 abril de 2019.

Irigon, D.L.; Mello, V.D.C. *Análise de sementes*. Brasília, DF: ABEAS, 1995. 88p.

Jacques, D.; Fox, G.; White, P. Farm level economic analysis of subsurface drip irrigation in Ontario corn production. *Agricultural Water Management*, v.203, p.333–343, 2018.

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.

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.

Jesus, P. P. de; Silva, J. S. S.; Martins, J. P.; Ribeiro, D. D.; Assunção, H. F. da. Transição agroecológica na agricultura familiar: relato de experiência em Goiás e Distrito Federal. *Revista de Geografia Agrária*, v.6, n.11, p.363–375, fev.2011.

Kikuti, A. L. P.; Marcos Filho, J. Testes de vigor em sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, v.30, n.1, p.44–50, 2012.

Lopes, M. D. M.; Sader, R.; Paiva, A. S.; Fernandes, A. C. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de quiabo. *Biosci. J.*, v.26, n.4, p.491–501, 2010.

Lopes, M. de M. Teste de vigor em sementes de quiabeiro. Jaboticabal-SP: Universidade Estadual Paulista de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, 2007. 79p. Tese Doutorado.

Lopes, O. D.; Kobayashi, M. K.; Oliveira, F. G.; Alvarenga, I. C. A.; Martins, E. R.; Corsato, C. E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.6, p.548–553, 2011.

Lopes, R. R.; Franke, L. B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.1, p.123–130, 2010.

Makishima, N. O cultivo de Hortaliças. EMBRAPA-CNPq : EMBRAPA-SPI, p. 116, 2004. Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 2. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2004. 355p.

Mantovani, E. C. Avalia: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 2. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio. Brasília, DF: MAPA, 2017.

Marcos-Filho, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

Marouelli, W. A.; Calbo, A. G. Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas®. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, set.2009. 16p. (Circular Técnica, 69).

Marouelli, W. A.; Silva, W. L. C. Tensões-limite de água no solo para o cultivo do tomateiro para processamento irrigado por gotejamento. Embrapa - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v.1, p. 17, 2008.

Martins, C. C.; Martinelli-Seneme, A.; Castro, M. M.; Nakagawa, J.; Cavariani, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). Revista Brasileira de Sementes, v. 24, p. 96–101, 2002.

Martins, C. C.; Steiner, F.; Oliveira, S. S. C. de; Cruz, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticale. Ciência Rural, v. 41, n. 2, p. 200–204, 2011.

Maschietto, R. W.; Novembre, A. D. L. C.; Silva, W. R. Métodos de colheita e qualidade das sementes de capim colônia cultivar mombaça. Gragantia, Campinas, v.62, n.2, p.291–296, 2003.

Matsunaga, M.; Bemelmans, P. F.; Toledo, P. E. N. de; Dulley, R. D.; Okawa, H.; Pedroso, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. Agricultura em São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123–39, 1976.

Mbagwu, J. S. C.; Adesipe, F. A. Response of three okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) cultivars to irrigation at specific growth stages. Scientia Horticulturae, v.31, n.1, p.35–43, 1987.

Modolo, V. A.; Tessarioli Neto, J. Produção de frutos de quiabeiro a partir de mudas produzidas em diferentes tipos de bandejas e substratos 1. Horticultura Brasileira, v.19, n.1, p.39–42, 1999.

Moraes, E. R. de; Reis, A. C. dos; Silva, N. E. P. da; Ferreira, M.; Menezes, F. G. de. Nutrientes no solo e produção de quiabo conforme doses de silicato de cálcio e magnésio. Journal of Neotropical Agriculture, v.5, n.1, p.60–65, 2018.

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, 2006.

Mota, W. F. da; Finger, F. L.; Silva, D. J. H.; Corrêa, P. C.; Firme, L. P.; Neves, L. L. de M. Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.3, p.722-725, 2005.

Mota, W. F. da; Finger, F. L.; Silva, D. J. H. da; Corrêa, P. C.; Firme, L. P.; Ribeiro, R. A. Mineral composition of four cultivars of okra fruits. Ciencia E Agrotecnologia, v.32, n.3, p.762–767, 2008.

Moura, M. V. T.; Marques Júnior, S.; Botrel, T. A.; Frizone, J. A. Estimativa do consumo de água na cultura da cenoura (*Daucus carota L.*) v. nantes superior, para a região de Piracicaba, através do método do balanço hídrico. *Sci. Agric.*, v.51, n.2, p.284–291, 1994.

Nwangburuka, C. C.; Kehinde, O. B.; Ojo, D. K.; Denton, O. A.; Popoola, A. R. Morphological classification of genetic diversity in cultivated okra, *Abelmoschus esculentus* (L) Moench using principal component analysis (PCA) and single linkage cluster analysis (SLCA). *African Journal of Biotechnology*, v.10, n.54, p.11165–11172, 2011.

Oker, T. E.; Kisekka, I.; Sheshukov, A. Y.; Aguilar, J.; Roger, D. H. Evaluation of maize production under mobile drip irrigation. *Agricultural Water Management*, Elsevier, v.210 (C), p.11–21, 2018.

Okunade, D. A.; Olanusi, O. A.; Adekalu, K. O. Growth, yield, and economics of okra and amaranth production under irrigation. *International Journal of Vegetable Science*, v.15, n.1, p.28–43, 2009.

Oliveira, A. P. de; Alves, A. U.; Dornelas, C. S. M.; Silva, J. A. da; 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.

Ortega-Reig, M.; Sanchis-Ibor, C.; Palau-Salvador, G.; García-Mollá, M.; Avellá-Reus, L. Institutional and management implications of drip irrigation introduction in collective irrigation systems in Spain. *Agricultural Water Management*, v.187, p.164–172, 2017.

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

Popinigis, F. *Fisiologia da Semente*. 2ed. Brasília – DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1985. 289p.

Postel, S.; Polak, P.; Gonzales, F.; Keller, J. Drip irrigation for small farmers a new initiative to alleviate hunger and poverty. *Water International*, v.26, n.1, p.3–13, 2009.

Rocha, C. R. da R.; Silva, V. N.; Cicero, S. M. Avaliação do vigor de sementes de milho superdoce por meio da análise computadorizada de imagens de plântulas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.6, p.970–976, 2015.

Rodrigues, B. R. A.; Amaro, H. T. R.; David, A. M. S. de S.; Cangussú, L. V. de S.; Assis, M. de O.; Alves, D. D. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvales - Malvaceae). *Revista de Agricultura*, v.1, n.1, p.9–16, 2014.

Schlichting, A. F. Cultura do milho submetida a tensões de água no solo e doses de nitrogênio. Rondonópolis-MT: Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário de Rondonópolis, 2012. 83p. Dissertação Mestrado.

Sediyama, M. A. N.; Santos, M. R. dos; Vidigal, S. M.; Salgado, L. T.; Pedrosa, M. W.; Jacob, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. *Bragantia*, v.68, n.4, p.913–920, 2009.

Silva, M. de C. A. da; Tarsitano, M. A. A.; Corrêa, L. de S. Análise do custo de produção e lucratividade do mamão formosa, cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, n.1, p.40–43, 2004.

Singh, D. K.; Rajput, T. B. S. Response of lateral placement depths of subsurface drip irrigation on okra (*Abelmoschus esculentus*). *International Journal of Plant Production*, v.1, n.1, p.73–84, 2007.

Sonnenberg, P. E. *Olericultura Especial*. 3ed. Goiânia: UFG, 1985. 149 p.

Skaggs, T. H.; Trout, T. J.; Simunek, J. S.; Shouse, P. J. Comparison of Hydrus-2D simulations of drip irrigation with experimental observations. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.130, n.4, p.304–310, 2004.

Souza, A. de J. F. Doses de fósforo no teor crítico de P foliar e na produtividade do quiabeiro. Jaboticabal: UNESP - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, 2017. 23p. Dissertação Mestrado.

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.

Szekut, F. D.; Azevedo, C. A. V.; Vilas Boas, M. A.; Ribeiro, M. D.; Klein, M. R.; Zuculotto, T. Controle de qualidade da irrigação por gotejamento com esgoto doméstico por meio de gráficos cusum. In: IV INOVAGRI International Meeting, XXVI CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2017.

Tiwari, K. N.; Mal, P. K.; Singh, R. M.; Chattopadhyay, A. Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) to drip irrigation under mulch and non-mulch conditions. *Agricultural Water Management*, v.38, n.2, p.91–102, 1998.

Torres, S. B.; Silva, F. G. da; Gomes, M. D. de; Benedito, C. P.; Pereira, F. E. C. B.; Silva, E. C. Diferenciação de lotes de sementes de quiabo pelo teste de envelhecimento acelerado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.12, p.2103–2110, 2014.

Tunes, L. M.; Pedroso, D. C.; Barbieri, A. P. P.; Conceição, G. M.; Roething, E.; Muniz, M. F. B.; Barros, A. C. S. A. Envelhecimento acelerado modificado para sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e sua correlação com outros testes de vigor. *Revista Brasileira de Biociências*, v.9, n.1, p.12–17, 2011.

Vieira, R. D.; Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes. Conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, p.1-26.

Vilas Boas, R. C.; Pereira, G. M.; Reis, R. P.; Lima Júnior, J. A. de; Consoni, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. *Ciência Agrotécnica de Lavras*, v. 35, n. 4, p. 781–788, 2011.

Zucareli, C.; Brzezinski, C. R.; Abati, J.; Werner, F.; Ramos Júnior, E. U.; Nakagawa, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 1, p. 803–809, jul. 2015.