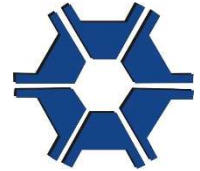




Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Núcleo de Graduação de Agronomia



ERICLIS DAVID DA SILVA NUNES

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE FEIJÃO-CAUPI “BRS PUJANTE”
USANDO KC ÚNICO E DUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/Sergipe

Março de 2020

ERICLIS DAVID DA SILVA NUNES

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE FEIJÃO-CAUPI “BRS PUJANTE” USANDO KC
ÚNICO E DUAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Marcos Eric Barbosa Brito
Coorientador: José Sebastião Costa de Sousa

Nossa Senhora da Glória/Sergipe

Março de 2020

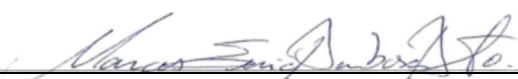
ERICLIS DAVID DA SILVA NUNES

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE FEIJÃO-CAUPI “BRS PUJANTE” USANDO KC
ÚNICO E DUAL**


Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 23/03/2020


Banca examinadora:



Marcos Eric Barbosa Brito, Prof. Dr.
Universidade Federal de Sergipe
Orientador



José Sebastião Costa de Sousa
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia em
Educação do Sertão de Pernambuco
Co-Orientador(a)



José Jairo Florentino Cordeiro Junior, Prof. Dr.
Universidade Federal de Sergipe
Avaliador

Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira, Prof. Dr.
Universidade Federal de Sergipe
Avaliador

SUMÁRIO

Resumo.....	5
Abstract	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÕES.....	16
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
6. AGRADECIMENTOS	20

EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE FEIJÃO-CAUPI “BRS PUJANTE” USANDO Kc ÚNICO E DUAL

Ericlis David da Silva Nunes¹, José Sebastião Costa de Sousa², Marcos Eric Barbosa Brito³; José Jairo Florentino Cordeiro Junior³; Fábio Freire Oliveira²; William Carvalho da Silva¹; Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira³.

Este trabalho será submetido à Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

Resumo

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência produtiva do feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cv. BRS Pujante a partir do manejo climatológico de irrigação usando Kc único [coeficiente de cultura único (simples)] e o Kc dual (coeficiente de cultura dual). O trabalho foi realizado em uma área experimental do IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE, instalado em delineamento experimental de blocos casualizados com dois tratamentos (coeficiente de cultura único e dual) e 12 repetições. Avaliou-se o teor de clorofila *a*, *b* e total, a tensão matricial do solo, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, o peso médio de 100 grãos, a produtividade total de grãos e a eficiência no uso da água. Os manejos com Kc único e dual não interferiram nos pigmentos clorofilianos. O Kc único proporcionou valores de tensão mais próximas a ‘0’ (zero) durante os estágios 3 e 4 de desenvolvimento do feijão-Caupi. Observou-se diferença significativa apenas para o peso médio de 100 grãos, com superioridade para manejo com uso do Kc dual. O uso de 360,8 mm de lâmina de irrigação com o Kc único, proporcionou uma economia de 9,3% no uso da água quando comparado com o Kc dual, sem afetar significativamente a produtividade. Para reduzir o consumo de água, é possível usar o manejo de irrigação com Kc único para as fases I e II do feijão-Caupi, cultivar BRS Pujante, e o Kc dual para as fases III e IV.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; irrigação; eficiência no uso da água; manejo climatológico.

¹Acadêmico em Engenharia Agrônoma do Núcleo de graduação de Agronomia do Sertão (NEAS) Universidade Federal de Sergipe (UFS) – NEAS/UFS, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil. E-mail: ericlisdavid@hotmail.com, william_rib1996@outlook.com

² Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, PE, Brasil. E-mails: sebastiao.costa@ifsertao-pe.edu.br, fabio.freire@ifsertao-pe.edu.br

³ Prof. Dr. Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, NEAS. E-mail: marcoseric@pq.cnpq.br, jairofcordeiro@hotmail.com, gustavo.melhorista@gmail.com

PRODUCTIVE EFFICIENCY OF CAUPI BEANS “BRS PUJANTE” USING Kc SINGLE AND DUAL

Abstract

The aimed of this study was to evaluate the productive efficiency of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cv. BRS Pujante from climatological irrigation management using single Kc (single crop coefficient) and dual Kc (dual crop coefficient). The work was realized in an experimental area of the IF Sertão-PE, Campus Petrolina Rural Zone, Petrolina-PE, installed using a randomized block design with two treatments (single and dual culture coefficient) and 12 repetitions. It were evaluated the content of a, b and total chlorophyll, the soil matrix tension, the number of pods per plant, the number of grains per pod, the average weight of 100 grains, the total grain productivity and the water use efficiency. The management using Kc single or dual did not interfere in chlorophyll pigments. The Kc single provided tension next 0 (zero) during the 3^o and 4^o cowpea bean stages. A significant difference was observed only for the average weight of 100 grains, with superiority for management using dual Kc. The use of 360.8 mm of irrigation amount with the Kc single, provided savings of 9.3% in water use when compared to the Kc dual, without affecting significantly the yield. For reduces water consumption it is possible to use Kc single during irrigation at I and II stages of Cowpea bean, cv. BRS Pujante, and Kc dual during stages III and IV.

Keywords: *Vigna unguiculata*; irrigation; Water use efficiency; climatological management.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos principais alimentos consumidos pela população humana, principalmente na região Nordeste do Brasil, é classificado como uma cultura de base familiar, além de ser responsável pela geração de emprego e renda aos produtores que a cultivam.

O feijão constitui relevante papel na dieta alimentar do brasileiro, principalmente como fonte de proteínas, carboidratos e minerais (AZEVEDO et al., 2015; GOMES et al., 2017). Atualmente o Brasil é um dos maiores produtores desta cultura do mundo (CONAB, 2017), explorando, principalmente, os gêneros *Phaseolus vulgaris* L., conhecido popularmente como feijão-comum, e o *Vigna unguiculata* L., vulgarmente chamado de feijão-Caupi, feijão-de-Corda, feijão-Macassar e feijão-Fradinho (SOUZA et al., 2016).

Mesmo com esta expressiva importância, o país ainda apresenta baixa produtividade de feijão-Caupi, como citam Borém & Carneiro (2013) e da CONAB (2017), o rendimento médio da cultura é da ordem de 700 a 1.000 kg ha⁻¹, todavia, o potencial da cultura é superior a 2.000 kg ha⁻¹ em condições de conforto hídrico (MOREIRA et al., 2016). Assim, a irrigação passa a ter importância fundamental na potencialização produtiva da cultura (RAMOS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015; GONÇALVES et al., 2017).

Souza et al. (2016) comentaram que existem lacunas a serem preenchidas para o correto manejo de irrigação do feijão-Caupi, especialmente para a “BRS Pujante”, que é uma cultivar de elevada produtividade, desenvolvida pela Embrapa Semiárido, por meio do cruzamento de linhagens dos genótipos ‘TE 90-180-26F’ e ‘Epace 10’, ambos indicados para áreas irrigadas.

Tais lacunas podem ser sanadas com o empenho na experimentação direcionada, em especial, ao manejo da irrigação, de modo a obter estratégias que possam ser difundidas a nível de produtor rural, e que versem no balanço hídrico da cultura por meio de dados climatológicos (BERNARDO et al., 2019).

Segundo Gonçalves et al. (2017), o aumento da produtividade de feijão será conseguido com o ajuste da relação solo-água-plantas para cada variedade desenvolvida nas diferentes regiões e cenários produtivos sociais e econômicos do país. Neste mesmo contexto Souza et al. (2016) comentam sobre a ausência de informações a respeito da influência do manejo da irrigação nas características produtivas da cultura de feijão do gênero *Vigna*, e citam o exemplo da cultivar BRS Pujante, desenvolvida pela Embrapa Semiárido, que apresenta elevado potencial produtivo quando irrigada e não dispõem de registros experimentais conclusivos quanto aos valores de coeficientes de cultura (Kc, especialmente o Kc dual), duração dos estádios fenológicos e estratégias de controle do uso da água.

Para o manejo climatológico da irrigação, é comum a adoção de um coeficiente de cultura único (K_c único) para definir a demanda hídrica da cultura em cada fase fenológica do ciclo. No entanto, Allen et al. (1998) e Couto et al. (2015), dentre outros, sugerem o uso do coeficiente de cultura duplo, K_c dual, que visam a determinação do K_c por meio de duas componentes, uma relacionada a evaporação do solo (K_e) e outra a transpiração da cultura, ou basal (K_{cb}), como forma de melhor determinação da quantidade de água demandada pela planta e se aproximar do manejo de irrigação ideal. Para o feijão “BRS Pujante” esta metodologia de manejo de irrigação ainda é desconhecida.

Um dos problemas no uso do K_c dual da cultura é a grande quantidade de equações que devem ser utilizadas para sua obtenção, contudo, os resultados experimentais tem permitido afirmar a sua superioridade em termos de eficiência do uso da água em comparação com a metodologia do K_c único (PEREIRA et al., 2015; QIU et al., 2015). Desta forma, tendo em vista a falta de informações práticas sobre a eficiência destas formas de manejo da irrigação para a cultura na região, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a eficiência produtiva do feijão-Caupi cv. BRS Pujante a partir do manejo climatológico de irrigação usando K_c único e o K_c dual.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE, localizado a latitude 09°23'55" Sul e longitude 40°30'03" Oeste e altitude média de 420 m, em que se tem o clima classificado, segundo Köppen, como BSh, ou seja, semiárido quente e seco (AZEVEDO et al., 2003).

Foi realizada análise com solo retirado na profundidade de 0-20 cm, em 15 pontos diferentes, seguindo-se recomendação de Teixeira et al. (2017). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo, cujas características físico-químicas estão descritas na Tabela 1.

Estudou-se o manejo de irrigação com uso de K_c único (K_{cU}) e K_c dual (K_{cD}), em plantas de feijão-Caupi ‘BRS Pujante’, usando o delineamento experimental de blocos casualizados, repetidos em doze blocos (Figura 1), totalizando 24 parcelas experimentais e 11 graus de liberdade para o resíduo, situação que atende ao critério estatístico de confiabilidade de teste que preconiza o mínimo de 20 parcelas experimentais e 10 graus de liberdade do resíduo (FERREIRA, 1996).

Tabela 1. Características químicas e físico-hídricas do solo da área experimental. Petrolina, PE, 2019.

pH (1:2,5)	CE	P _{disp.}	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	ds	CC	PMP
H ₂ O	dS m ⁻¹	mg kg ⁻¹	----- cmol kg ⁻¹ -----						g cm ⁻¹	% Peso	
7,33	0,54	33,62	0,38	0,04	1,16	0,38	0,0	0,66	1,60	9,38	5,42

Onde: pH - potencial Hidrogeniônico; CE - Condutividade Elétrica; P_{disp.} - Fósforo disponível; K - Potássio; Na - Sódio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; H+Al - Hidrogênio mais Alumínio; ds - Densidade; CC - Umidade a Capacidade de Campo; PMP - Umidade a Ponto de Murcha Permanente.

A unidade experimental foi composta por linhas de 4,00 metros, com 5 plantas por metro linear, totalizando 20 plantas por parcela, a área experimental de 108 m². Os 2,00 metros centrais de cada parcela foram padronizados como área útil, ou seja, 10 plantas úteis.

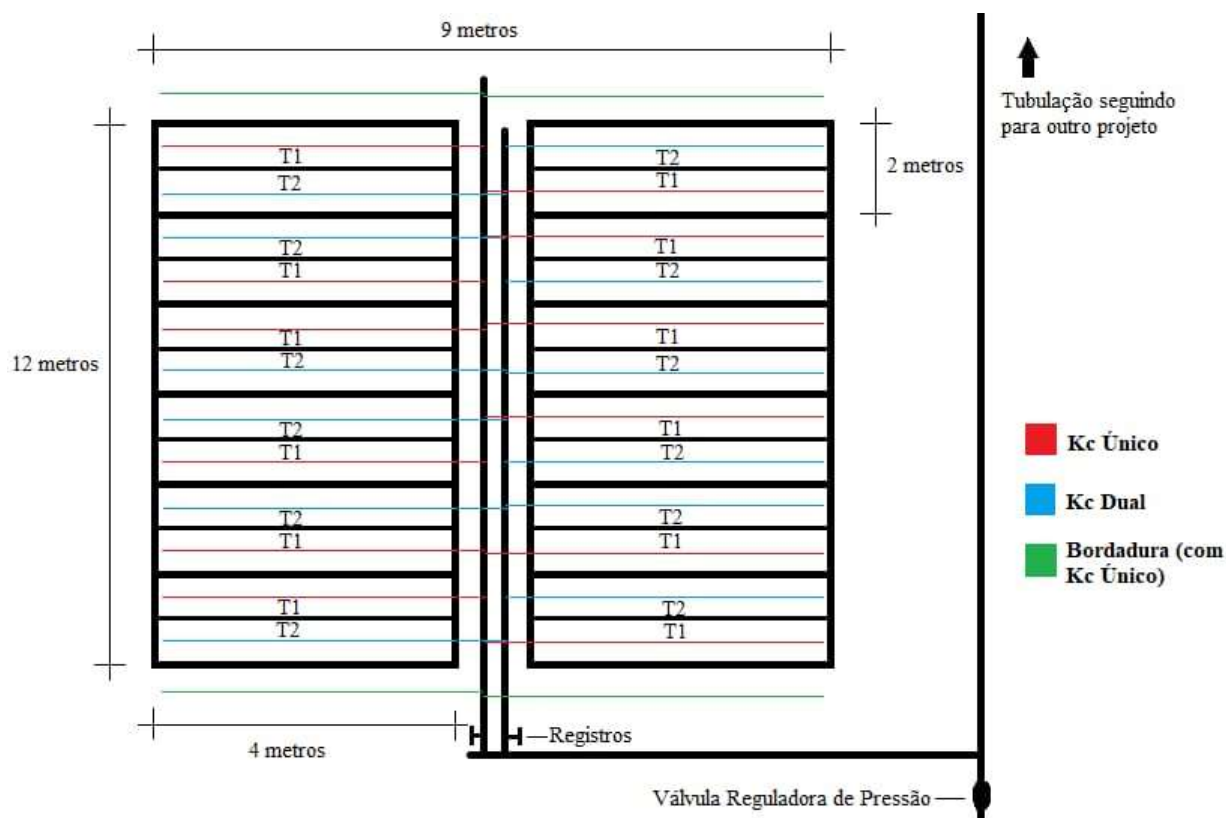


Figura 1. Croqui da área experimental com a ilustração da distribuição dos tratamentos em cada bloco. Petrolina, PE, 2019.

Foi realizado preparo do solo, com a aração e gradagem. O plantio aconteceu com a cv. BRS Pujante, semeando-se duas sementes por cova, usando-se o espaçamento de 1,00 m x 0,20 m (SANTOS et al., 2007), totalizando uma densidade de plantio de 50.000 plantas por hectare.

O desbaste foi realizado 15 dias após a semeadura (DAS), com o objetivo de manter apenas uma planta por cova, momento que os tratamentos começaram a serem aplicados. As adubações foram realizadas por meio da fertirrigação e as quantidades de adubo foram obtidas da recomendação de adubação para o estado do Pernambuco (CAVALCANTI et al., 2008),

considerando os valores do resultado da análise de solo. Os tratos culturais e a condução do cultivo foram realizados segundo recomendações técnicas de Câmara & Freire Filho (2001).

Os valores de Kc (único e dual), bem como a evapotranspiração de referência (ET_o), pelo método de Penman-Monteith e a metodologia de cálculos, foram feitas com base em informações contidas em Allen et al., (1998).

O sistema de irrigação adotado foi o gotejamento, com uso de tubo gotejador de polietileno de baixa densidade com gotejadores espaçados em 0,20 m, vazão unitária de 1,61 L h⁻¹ a uma pressão de 1,31 bar e eficiência 86,22%.

Antecedendo o plantio, foi realizado o teste de uniformidade de aplicação de água no sistema de irrigação, sendo determinados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD), os quais tiveram valores de 97,25% e 95,80%, respectivamente, valores estes que foram maiores que os recomendados para irrigação localizada (Bernardo et al., 2019).

O manejo da irrigação foi realizado segundo os critérios estabelecidos para os tratamentos e a metodologia de cálculos foi adotada a de Vermeiren & Jobling (1997), Allen et al. (1998), Mantovani et al. (2009) e Bernardo et al. (2019). Os dados de evapotranspiração de referência (ET_o) foram obtidos diariamente, a partir da estação meteorológica automática de Petrolina-PE, os dados de temperatura do ar (máxima, mínima e média) (Figura 2A), e umidade relativa do ar (máxima, mínima e média) (Figura 2B), e ET_o e precipitação, dispostos na Figura 2C.

Realizou-se o monitoramento da umidade do solo durante um período experimental, além de terem sido feitas análise fisiológica e de produtividade, de modo a possibilitar a quantificação da eficiência no uso da água no feijão-Caupi ‘BRS Pujante’.

Para o monitoramento da umidade do solo, foram instalados 8 tensiômetros de punção na profundidade de 0-20 cm e 8 na profundidade de 20-40 cm, distribuídos em 4 blocos aleatórios, totalizando 16 tensiômetros, medidos três vezes por semana, a tensão de retenção de água no solo, a partir de coletas com o uso de tensímetros analógicos. As leituras foram realizadas nas primeiras horas da manhã, em que a tensão matricial do solo (Ψ_s) (cca) obtida a partir da subtração da leitura do tensiômetro (Ψ_t) (cca) pela coluna de água no corpo do tensiômetro (hca) (cca), usando-se a expressão 1.

$$\Psi_s = \Psi_t - hca \quad (cca)$$

Exp. 1

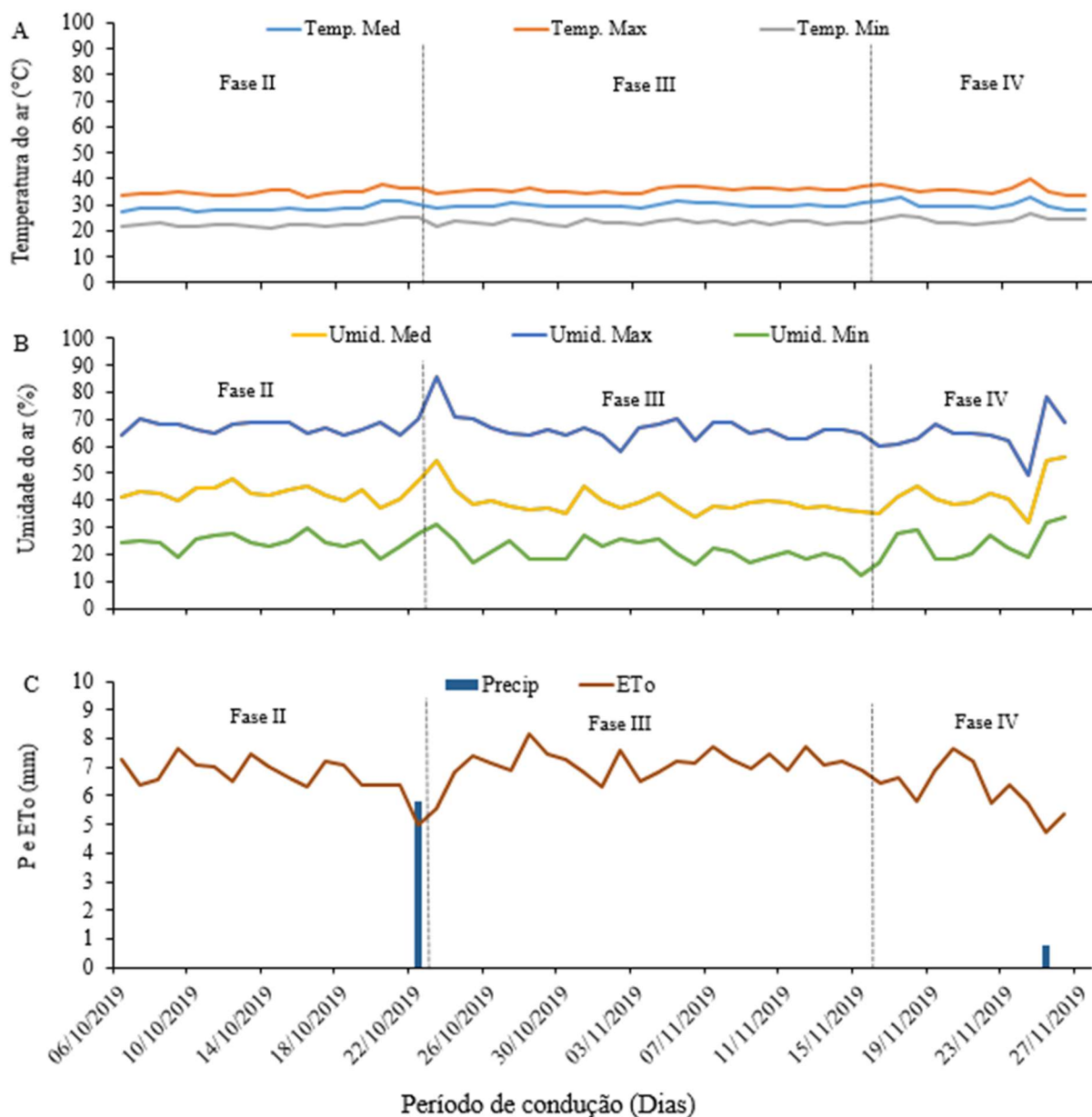


Figura 2. (A) Dados de Temperatura do ar máxima, mínima e média, (B) Umidade relativa do ar máxima, mínima e média, e (C) Precipitação e Evapotranspiração de referência, no período de 06/10/2019 à 27/11/2019. Petrolina, PE.

Estimou-se os valores de clorofila *a*, *b* e total, aos 50, 55 e 60 DAS, em 10 plantas da parcela útil, a partir de leituras na primeira folha madura por planta, utilizando-se de um ClorofiLOG, modelo CFL 1030 Falker®, cuja curva de calibração geral estima os valores com base na leitura Spad.

Aos 72 DAS, determinou-se a produção de frutos de feijão-Caupi, quando se determinou o número de vargens por planta (NVP) e o número de grãos por vargem (NGV), ambos a partir de contagem simples. Com a contagem de 100 grãos, determinou-se peso médio de 100 grãos

(P100G) (g), usando normas contidas no manual de análise de sementes (MARCOS FILHO et al., 1985).

A partir dos dados de NVP, NGV e P100G, estimou-se a produtividade média do feijão-Caupi por planta (Prod), que foi extrapolada para a produtividade em kg por hectare em cada tratamento.

A partir dos dados de produtividade (Prod) (kg ha^{-1}) e da lâmina de água aplicada (mm) em cada parcela, foi determinada a eficiência do uso da água (EUA) (Kg m^{-3}), usando-se a expressão 2.

$$EUA = \frac{Prod}{La} * 0,1 * = \text{kg m}^{-3} \quad \text{Exp. 2}$$

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F, sendo observada significância estatística, mesmo com grau de liberdade de tratamento igual a 1, e o teste F se tornar conclusivo, os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para classificação das médias, tais procedimentos foram realizados com auxílio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A duração do ciclo da cultura foi de 72 dias, similar ao de outras variedades de feijão-Caupi, a citar ‘BRS Acauã’, ‘BRS Canapu’, ‘BRS Guariba’, ‘BRS Novaera’ e o ‘BRS Pajeú’ que variou de 63 a 78 dias, em estudos realizados nas cidades de Juazeiro/BA e Boa Vista/Ro com irrigação por gotejamento em clima semiárido (LOCATELLI et al., 2014; GONÇALVES et al., 2017).

Avaliando as lâminas de irrigação brutas (LBI) aplicadas nas fases II (fase de desenvolvimento), III (fase média) e IV (fase final) do cultivo de feijão Caupi (Figura 3A), constata-se que na fase II da cultura, a lâmina de irrigação definida por meio de Kc único aumentou gradativamente, enquanto no Kc dual foi observado valores constantes desde o início dessa fase, o que proporcionou um maior acúmulo da lâmina de água aplicada nesta fase para o Kc dual.

Por outro lado, na fase III, os manejos com uso do Kc único e dual tiveram valores da lâmina de irrigação constantes, com o manejo com o Kc dual proporcionando uma menor lâmina aplicada. Assim como na fase IV, quando foi possível perceber que acontece um decréscimo na lâmina usada nos dois manejos. Neste sentido, o uso o Kc único na fase de II, assim como o do Kc dual nas fases III e IV, podem permitir uma maior eficiência no uso da água, assim como produtividade no cultivo do feijão-Caupi ‘BRS Pujante’.

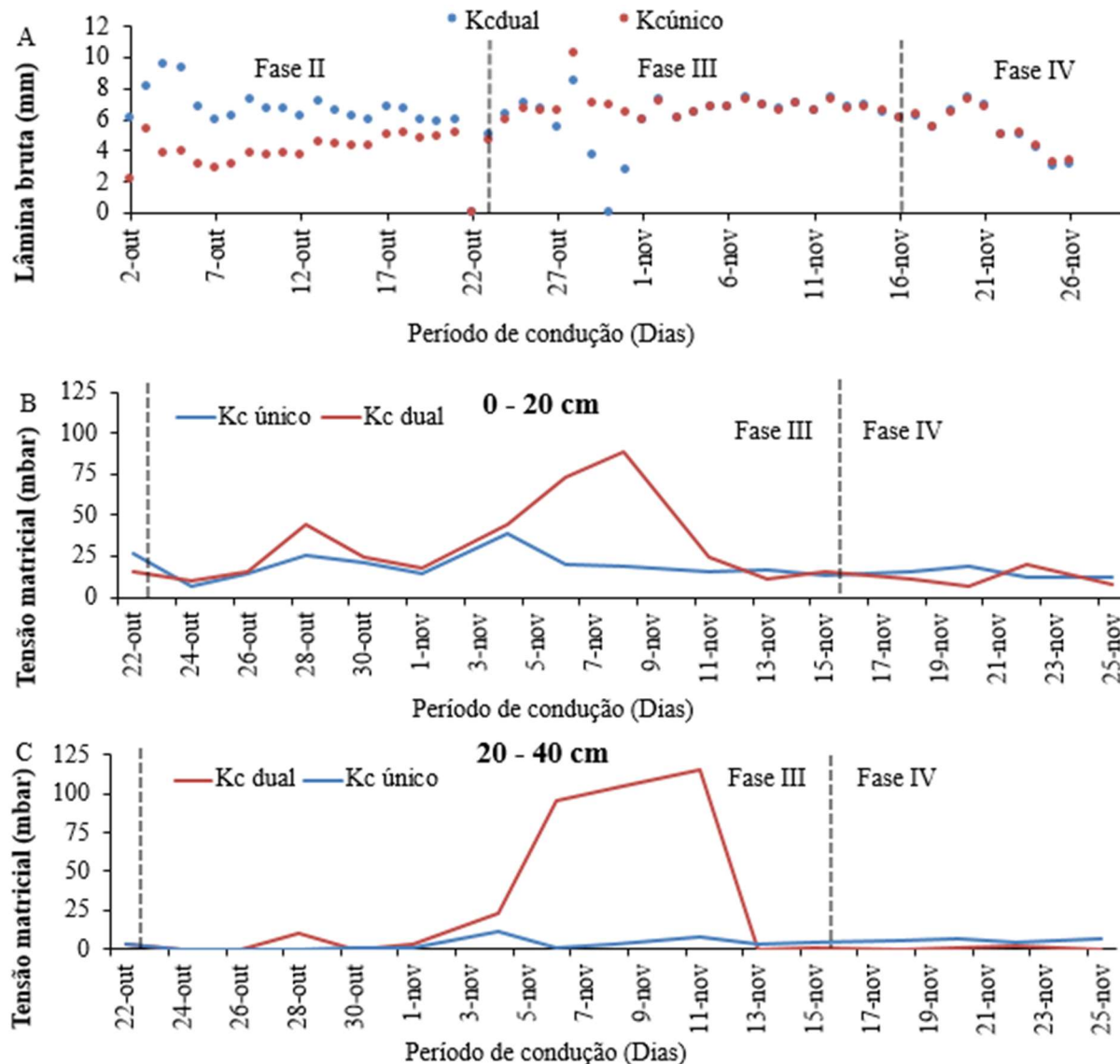


Figura 3. (A) Lâmina Bruta aplicada (mm) e variação da tensão de água no solo (tensão matricial) (mbar) nas profundidades de (B) 0 – 20 cm e (C) 20 – 40 cm durante o período de condução do experimento de feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivar BRS Pujante sob manejo de irrigação com Kc único e Kc dual. Petrolina, PE, 2019.

Com relação a tensão matricial do solo, pôde-se perceber que na profundidade de 0 a 20 cm, o manejo da irrigação usando o Kc único proporcionou valores menores de tensão durante as fases III e IV (Figura 3B), correspondendo a uma maior quantidade de água no solo e, também, maior percolação quando comparado aos resultados de tensão obtidos com a aplicação do Kc dual.

Os valores de tensão observados na camada de 20 a 40 cm, quando se uso o manejo de irrigação com KcU, foram semelhantes aos notados na camada de 0 a 20 cm, ou seja, o uso da Kc único para o manejo da irrigação proporcionou que as tensões de água no solo ficassem mais

próximas a tensão ‘0’ durante todo o experimento. Ademais, considerando que o solo onde se instalou o experimento era arenoso, tinha uma tensão na capacidade de campo em torno de 100 mbar, deste modo, o manejo de irrigação com uso de Kc dual, nas duas profundidades, permitiu aplicar uma lâmina que possibilitasse maior conforto hídrico, já na situação de tensão menor que a capacidade de campo, que pode significar enxarcamento, lixiviação de nutrientes e percolação de água.

Em trabalho realizado por Moreira et al. (2016), que estudaram a aplicação de lâminas de água em genótipos de feijão-Caupi na Paraíba, foi notado que o aumento da lâmina proporcionou a manutenção da umidade próxima a capacidade de campo, mesmo em camadas mais profundas, no qual a condição de umidade mais confortável foi obtida com uso do Kc único, todavia, isso pode não ser transformado em produção, como será discutido.

Embora a clorofila seja o principal pigmento responsável pela captação da energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese, constituindo um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e, em contrapartida, ao crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes (TAIZ et al., 2017). Quando se estuda o efeito dos manejos de irrigação com uso de KcU e KcD nos teores de clorofila das plantas de feijão-Caupi aos 50, 55 e 60 dias após a semeadura (DAS), Verificou-se que não houve efeito significativo entre os blocos e os tratamentos em nenhum dos períodos analisados (Tabela 2). O que pode ser relacionado a intensidade do estresse, já que, em ambas as condições de manejo, a tensão de água no solo foi próxima a ‘0’, com alta quantidade de água disponível, e por vezes próxima a capacidade de campo, especialmente o Kc dual (Figura 3B e 3C).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o teor de clorofila ‘a’, ‘b’ e total (t) aos 50 (chl a 50, chl b 50 e chl t 50), 55 (chl a 55, chl b 55 e chl t 55) e 60 dias após a semeadura (chl a 60, chl b 60 e chl t 60) para o feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivar BRS Pujante, submetido aos manejos climatológico de irrigação. Petrolina, PE, 2019.

FV	GL	Quadrado Médio								
		chl a 50	chl b 50	chl t 50	chl a 55	chl b 55	chl t 55	chl a 60	chl b 60	chl t 60
Bloco	11	14,101 ^{ns}	19,08 ^{ns}	0,375 ^{ns}	128,43 ^{ns}	1006,48 ^{ns}	1458,93 ^{ns}	77,56 ^{ns}	401,11 ^{ns}	538,43 ^{ns}
Trat.	1	297,59 ^{ns}	1188,17 ^{ns}	2242,46 ^{ns}	177,13 ^{ns}	5,90 ^{ns}	247,69 ^{ns}	4,55 ^{ns}	1030,97 ^{ns}	1030,97 ^{ns}
Erro	12	171,81	1078,46	1861,04	59,56	673,20	873,82	142,99	221,69	301,59
CV		2,96	13,09	6,22	1,77	10,10	4,26	2,75	5,59	2,48
Média		442,82	250,83	693,65	436,66	256,92	693,58	434,88	266,48	701,37

GL – grau de liberdade; *, **, ns = significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, conforme teste F, CV = coeficiente de variação

Ao estudar as características de produção das plantas de feijão-Caupi sob o manejo de irrigação usando os coeficientes da cultura único e dual (Tabela 3), nota-se que não houve diferenças significativas entre os blocos e os tratamentos para as variáveis do número de vagens

por planta (NVP), número de grãos por vargens (NGV), produtividade total de grãos (PTG) e na eficiência de uso da água (EUA). Todavia, foi constatado diferenças significativas entre tratamentos no peso médio de cem grãos (P100) a 5% e entre blocos a 1% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e do teste de média de Tukey para o número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagens (NGV), peso médio de cem grãos (P100G), produtividade total de grãos (PTG) e eficiência de uso da água (EUA) para o feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivar BRS Pujante sob Kc único e dual. Petrolina, PE, 2019.

FV	TESTE F				
	NVP	NGV	P100G (g)	PTG (kg ha ⁻¹)	EUA (kg mm ⁻¹ ha ⁻¹)
BLOCO	5,63 ^{ns}	1,27 ^{ns}	24,14 ^{**}	523950,95 ^{ns}	3,60 ^{ns}
TRATAMENTO	9,38 ^{ns}	0,97 ^{ns}	22,10 [*]	19699,17 ^{ns}	1,21 ^{ns}
CV	16,40	6,26	6,44	17,77	17,23
MANEJOS	MÉDIA DOS TRATAMENTOS				
KcU	14,72 ^a	11,61 ^a	29,61 ^b	2503,36 ^a	6,94 ^a
KcD	13,47 ^a	12,01 ^a	31,53 ^a	2560,66 ^a	6,49 ^a

Onde: GL – grau de liberdade; *, **, ns = significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, conforme teste F, CV = coeficiente de variação. KcU - coeficiente da cultura único, e KcD - coeficiente da cultura duplo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 3, somente a variável que diferiu estatisticamente foi o P100, em que os valores médios do coeficiente da cultura dual (KcD), foram superiores aos do coeficiente da cultura único (KcU), proporcionando uma média 6,5% maior.

Com relação à produtividade (PTG) (Tabela 3), embora com o manejo usando o Kc dual, foi obtido média de 2560,66 kg ha⁻¹ com uma lâmina de 394,42 mm, não se verificou diferença significativa com o obtido no manejo com Kc único, com o qual se obteve valor de 2503,36 kg ha⁻¹ com uma lâmina de 360,80 mm. Ressaltando-se que estes valores são superiores obtidos por Moura et al. (2009), que produziram plantas de feijão-Caupi BRS Pujante e constataram 1824,12 kg ha⁻¹ ao aplicar uma lâmina de 449,06 mm, o que denota a precisão na realização da pesquisa.

Ainda, foi notado que as produtividades obtidas com as plantas foram superiores as relatadas por Souza et al. (2011) e Brito et al. (2012), também para a variedade BRS Pujante, 1374,70 e 1422,50 kg ha⁻¹, respectivamente e aos de Locatelli et al. (2014) para as cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú, 1170,19, 1308,85 e 1495,07 kg ha⁻¹, respectivamente, para cultivo em Boa Vista/RO. Superior ainda as produtividades médias obtidas por Dutra et al. (2015) para as cultivares BRS Guariba (1282,10 kg ha⁻¹), BR17 Gurgéia (1200,12 kg ha⁻¹) e BRS

Marataoã (1436,06 kg ha⁻¹), o que denota o potencial de produção desta variedade na região de Petrolina, PE, sob condição de irrigação.

4. CONCLUSÕES

Os manejos com Kc único e dual não interferiram nos pigmentos clorofilianos.

O Kc único proporcionou valores de tensão mais próximas a '0' (zero) durante os estágios 3 e 4 de desenvolvimento do feijão-Caupi.

Observou-se diferença significativa apenas para o peso médio de 100 grãos, com superioridade para manejo do Kc dual.

O uso de 360,8 mm de lâmina de irrigação com o Kc único, proporcionou uma economia de 9,3% no uso da água quando comparado com o Kc dual, sem afetar significativamente a produtividade.

Para reduzir o consumo de água, é possível usar o manejo de irrigação com Kc único para as fases I e II do feijão-Caupi, cultivar BRS Pujante, e o Kc dual para as fases III e IV.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. A.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, 328p. (Irrigation and drainage paper, 56), 1998.

AZEVEDO, C. V. G.; RIBEIRO, T.; SILVA, D. A.; CARBONELL, S. A. M; CHIORATO, A. F. **Adaptabilidade, estabilidade e resistência a patógenos em genótipos de feijoeiro**. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 10, p.912-922, 2015.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Walter requirements of irrigated mango orchards in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, 58:241-245, 2003.

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

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura, In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J. DE. **Feijão**. Ed. 2. Viçosa: UFV, p.13-18, 2013.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N.B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. **Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano.** Eng. Agríc. 32:102-109, 2012.

CÂMARA, J. A. S.; FREIRE FILHO, F. R. **Cultivo do Feijão Caupi.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, Documentos 57, 2001.

CAVALCANTI, F. J. de A., (Coord.) **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2º Aproximação.** Recife: IPA, 212 p, 2008.

CONAB. **Perspectiva para a agropecuária, safra de 2017/2018.** Brasília, v.5, p. 1-111, 2017.

COUTO, J. P. C.; CAVALCANTE, A. R.; SILVA, N. D.; BORGES, T. K. S. **Estimativa diária da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo simples e dual para a cultura da beterraba.** In: XXV CONIRD (Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem), p.1198-1203, 2015.

DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, A. R. F.; OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. **Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 10:189-197, 2015.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia. 2. ed.** Maceió: Edufal, 606 p, 1996.

GOMES, E. R.; COSCOLIN, R. B. S.; LIMA, J.; ZUÑIGA, E. A.; MACHUCA, E. A. BROETTO, F. **Utilização de sensor e tensiômetro no monitoramento da umidade do solo na cultura do feijoeiro sob deficiência hídrica.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 7, p.2076-2083. 2017.

GONÇALVES, I. S.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, G. M.; SANTIAGO, E. J. P.; OLIVEIRA, V. E. A. **Características fisiológicas e componentes de produção de feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação.** Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 2, n. 3, p.320-329, 2017.

LOCATELLI, V. E. R.; MEDEIROS, R. D.; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ARAÚJO, W. F.; SOUZA, K. T. S. **Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18:574-580, 2014.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos.** 3 ed., atualizada e ampliada, Viçosa: Ed. UFV, 355p, 2009.

MARCOS FILHO, J; CICERO, S M; TOLEDO, F F. **Manual de análise de sementes.** [S.l: s.n.], 1985.

MOURA, M. S. B.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F.; BRANDÃO, E. O.; SOARES, J. M. **Efeito da lâmina de irrigação na produtividade do feijão-caupi no semiárido brasileiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38, 2009, Juazeiro/BA, Anais. CONBEA, Juazeiro/BA, 2009.

MOREIRA, R. C. L.; BRITO, M. E. B.; QUEIROGA, R. D.; FRADE, J. G.; COSTA, F. D.; PEREIRA, F. H. F.; OLIVEIRA, C. J. A. **Gas exchange, growth and yield of cowpea genotypes under different irrigation strategies.** African Journal of Agricultural Research, 11(26), 2286-2294. 2016.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. L. **Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n. 11, p.1049-1056, 2015.

PEREIRA, L. S.; PAREDES, P.; RODRIGUES, G. C.; NEVES, M. **Modeling malt barley water use and evapotranspiration partitioning in two contrasting rainfall years. Assessing AquaCrop and SIMDualKc models.** Agricultural Water Management, v. 159, p.239-254, 2015.

QIU, R.; DU, T.; KANG, S.; CHEN, R.; WU, L. **Assessing the SIMDualKc model for estimating evapotranspiration of hot pepper grown in a solar greenhouse in Northwest China.** *Agricultural Systems*, v. 138, p.1-9, 2015.

RAMOS, H. M. M.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MAROUELLI, W. A.; **Estratégias ótimas de irrigação do feijão-Caupi para produção de grãos verdes.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 4, p.576-583, 2012.

SANTOS, C. A. F.; SANTOS, I. C. N.; RODRIGUES, M. A. **Feijão-Caupi BRS Pujante: cultivar para áreas irrigadas e de sequeiro do vale do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 4p, 2007.

SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. **Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro.** *Bragantia*, 70:715-721, 2011.

SOUZA, T. M. A.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F. **Água disponível e cobertura do solo sob o crescimento inicial do feijão-Caupi cv. BRS Pujante.** *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 10, n. 3, p.598-604, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Artmed Editora. 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo.** Editora Embrapa, Brasília, 3.ed. 574p, 2017.

VERMEIREN, G. A.; JOBLING, G. A. **Irrigação localizada.** Campina Grande: UFPB, 184p, 1997. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36 - Tradução de GHEYI, H. R., DAMASCENO, F. A. V., SILVA JUNIOR, L. G. A., MEDEIROS, J. F.).

6. AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado a oportunidade de viver, me dando saúde, força, paciência e ter iluminado meu caminho todos esses anos;

Aos meus pais, Erildo e Rosenilde, pelo amor, cumplicidade, carinho e compreensão. Por sempre me apoiar nos estudos, me dando todo suporte que precisei;

A toda minha família, em especial minha avó, Maria Augusta, por sempre está ao meu lado, me ajudando no que precisei durante estes anos;

A meus irmãos, Alexandre e Erildo Maia, que mesmo de longe sempre torceram pelo meu sucesso nesta etapa da minha vida;

A Universidade Federal de Sergipe, por ter me dado o suporte para conseguir a sabedoria, ensinamentos e conhecimento;

Ao meu Orientador de PIBITI, estágio e TCC, o Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito, pela orientação valiosa, amizade, sempre atencioso e compreensivo nesses anos de convivência;

A todos os meus professores, pelos conhecimentos repassados, e em especial ao professor Jairo Cordeiro, por aceitar participar da banca avaliadora deste trabalho;

Aos meus amigos de turma e agora colegas de profissão Mayk, Wallison, William, Evandro, José Erimatêa, Vanessa, Maísa e Nívia, pela grande colaboração durante o período acadêmico, amizade e apoio. Por compartilhar conhecimentos, estarem juntos nos momentos difíceis e de alegrias;

Aos meus amigos de Universidade, Leandro, Alvaro, Gregre, Ivens, Bruno, Darvina, Lydio, Tatiane, Tayna, Laryssa Darlany, Tanise e Evellyn pelo companheirismo e amizade em todos esses anos, e aos demais não citados, ainda assim agradeço a participação de cada um durante esta caminhada.

Aos meus amigos de infância até os dias de hoje, Douglas, Genisson, Jairo, Neto, Gabriel, Matuzalem, Luiz Claudio, Wellington, Jeferson e Caique, por sempre me incentivar e manter a amizade durante todo esse tempo;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, IF Sertão-PE, Campus Petrolina, Zona Rural, por abrir as portas para que conseguisse realizar meu estágio obrigatório e o TCC. E todos amigos que fiz no período que estive no IF – Sertão, Campus Petrolina, Zona Rural, pela receptividade e amizade que mantenho até hoje;

Ao meu supervisor técnico de estágio e Co-Orientador do TCC, Prof. Dr. José Sebastião Costa de Sousa, por ter me auxiliado neste período importante da minha vida acadêmica;

Enfim, a todos os que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização de meu trabalho e me ajudaram de alguma forma na Universidade.