



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**DISSERTAÇÃO**

**MAILSON ARAÚJO CORDÃO**

**CULTIVO DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E CONSÓRCIO COM FEIJÃO-CAUPI**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2019**

**MAILSON ARAÚJO CORDÃO**

**Engenheiro Agrônomo**

**CULTIVO DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E CONSÓRCIO COM FEIJÃO-CAUPI**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento as exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**LINHA DE PESQUISA: Manejo de Solo, Água e Planta.**

**ORIENTADORES:**

**Prof. Ph.D. Hugo Orlando Carvalho Guerra- UFCG/CTRN**

**Prof. Ph.D. Carlos Alberto Vieira de Azevedo- UFCG/CTRN**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2019**

C794c

Cordão, Mailson Araújo.

Cultivo do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação e consórcio com feijão-caupi / Mailson Araújo Cordão. – Campina Grande, 2019.

57 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra, Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo".

Referências.

1. Maracujá - Cultivo. 2. Feijão - Cultivo. 3. Irrigação Agrícola. 4. Eficiência do Uso da Água. I. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Azevedo, Carlos Alberto Vieira de. III. Título.

CDU 634.776:633.35(043)



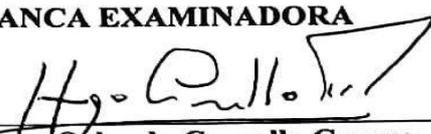
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

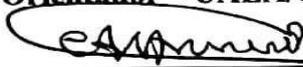
MAILSON DE ARAÚJO CORDÃO

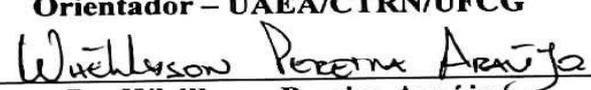
“CULTIVO DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E SISTEMA DE CONSÓRCIO COM FEIJÃO - CAUPI”

APROVADO (A): 22 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Hugo Orlando Carvalho, Guerra  
Orientador – UA EA/CTR N/UF CG

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo  
Orientador – UA EA/CTR N/UF CG

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Whéllyson Pereira Araújo  
Examinador – IFPI/Oeiras

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Rodrigues Pereira  
Examinador – EMBRAPA/PB

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, por me agraciar com o dom da vida e que me presenteou com a existência de todas as pessoas que me apoiaram nas conquistas já obtidas na minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) pela oportunidade de realização do curso.

Aos Professores Hugo Orlando Carvalho Guerra e Carlos Alberto Vieira de Azevedo, por compartilharem suas experiências acadêmicas e me orientar na realização desta dissertação.

A Embrapa Algodão de Campina Grande pelo fornecimento dos equipamentos.

A CAPES, que me concedeu bolsa de estudos para a pesquisa.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela dedicação e compromisso com a aprendizagem.

A meus familiares, sempre presentes no meu dia-a-dia minha Mãe, Iza Maura de Araújo Cordão e meu pai Antônio Pereira Cordão Sobrinho, que me guiaram em prol da conclusão deste trabalho, a meus irmãos: Mauricio, Maiza e Monaiza que tanto me ajudaram na jornada do ensinar-aprender.

Aos membros da banca examinadores: Carlos Alberto Vieira de Azevedo, José Rodrigues Pereira e Whéllyson Pereira Araújo, pela disponibilidade para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões.

Aos companheiros que ajudaram na condução do projeto: José Alberto Calado Wanderley, Robson Felipe, Fagner Ferreira e Erlan Leitão.

A equipe irrigando o semiárido pelo todo apoio na pesquisa organizado por Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito.

A todos da família pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

Quero concluir agradecendo a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram nesta conquista. Obrigado!

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Mapa de localização do Município de Pombal, PB	24
<b>Figura 2.</b> Imagem de satélite da localização da área de estudo (retângulo em vermelho) UFCG, Campus Pombal, PB	24
<b>Figura 3.</b> Layout, espaçamento e arranjo dos tratamentos dentro de cada bloco	27
<b>Figura 4.</b> Espaldeira vertical com um fio de arame	29
<b>Figura 5.</b> Layout do sistema de irrigação	30
<b>Figura 6.</b> Condução do ramo principal (A); poda do ápice dos ramos principais (B); formação da cortina dos ramos laterais (C)	32
<b>Figura 7.</b> Variação das lâminas de Irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da CC) durante os 244 dias de experimento, Pombal, PB, 2015-2016	37
<b>Figura 8.</b> Temperatura Máxima ( <i>TMax</i> ) ( <sup>0</sup> C), Mínima ( <i>TMin</i> ) ( <sup>0</sup> C) e Média ( <i>TMed</i> ) ( <sup>0</sup> C), observadas durante os 244 dias de experimentação, Pombal- PB, 2015-2016	38
<b>Figura 9.</b> Evapotranspiração de referencia ( <i>ETo</i> ) e Precipitação ( <i>Pre</i> ) observadas durante os 244 dias de experimentação, Pombal- PB, 2015-2016	38
<b>Figura 10.</b> Variação dos perfis de umidade média do solo no intervalo de profundidade de 0-40 cm em função das lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da Capacidade de Campo) aplicadas no monocultivo de maracujá durante 244 dias de experimentação (Primeiro Ciclo), Pombal, PB, 2015-2016	41
<b>Figura 11.</b> Variação dos perfis de umidade média do solo no intervalo de profundidade de 0-40 cm em função das lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da Capacidade de Campo) aplicadas no Sistema de Cultivo consorciado durante 244 dias de experimentação (Primeiro Ciclo), Pombal, PB, 2015-2016	42
<b>Figura 12.</b> Número de folhas aos 60 DAT do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação	43
<b>Figura 13.</b> Produtividade do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação durante o primeiro ciclo	44
<b>Figura 14.</b> Eficiência do uso de água do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação	48

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Atributos físico-hídricos do solo da área experimental. Pombal, PB, 2015	24
<b>Tabela 2.</b> Atributos químicos do solo da área experimental. Pombal, PB, 2015	25
<b>Tabela 3.</b> Caracterização química da água de irrigação. Pombal, PB, 2015	25
<b>Tabela 4.</b> Análise de variância para o crescimento [número de folha (NF), diâmetro do caule (DC - mm) e número de ramos secundários (NR), produção em kg há <sup>-1</sup> por parcela e eficiência do uso da água (EUA) do maracujazeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação e sistema de cultivo	43
<b>Tabela 5.</b> Produtividade do maracujazeiro amarelo em sistemas de monocultivo e consórcio com feijão caupi, submetidos a diferentes lâminas de irrigação	45
<b>Tabela 6.</b> Produtividade do feijão caupi consorciado com maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação	46
<b>Tabela 7.</b> Relações das produtividades dos sistemas de cultivo à redução da aplicação de água (fator de resposta - Ky), do maracujazeiro consorciado com feijão caupi e monocultivo sob diferentes lâminas de irrigação	47

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2.0 OBJETIVOS:</b> .....	13
2.1 GERAIS.....	13
2.2 ESPECIFICOS.....	13
<b>3.0 REVISAO BLIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
3.1. O maracujazeiro.....	14
3.2 Recursos hídricos no semiárido brasileiro.....	17
3.3 Irrigação. Necessidades hídricas do maracujazeiro.....	18
3.4 Consorciação.....	22
<b>4.0 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
4.1 Área experimental.....	25
4.2 Clima da região.....	26
4.3 Características do solo e da água da área.....	26
4.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	28
4.5 Produção das mudas.....	28
4.6 Instalação do experimento no campo.....	28
4.6.1 Preparo do solo.....	28
4.6.2 Adubação de fundação.....	28
4.7 Sustentação da planta.....	28
4.8 Transplântio das mudas de maracujazeiro.....	29
4.9 Plantio do feijão Caupi no sistema de cultivo consorciado.....	29
4.10 Sistema de irrigação.....	30
4.11 Condução, poda e polinização.....	31
4.12 Adubação.....	32
4.13 Manejo da irrigação.....	33
4.14 Variáveis analisadas.....	35
4.17 Análises estatísticas.....	36
<b>5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>6.0 CONCLUSÕES</b> .....	49
<b>7.0 REFERÊNCIAS</b> .....	50

## RESUMO

### CULTIVO DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E CONSÓRCIO COM FEIJÃO-CAUPI

Objetivou-se identificar a melhor estratégia no uso da lâmina de água para o maracujazeiro amarelo nos sistemas de monocultivo e consorciado com feijão caupi, avaliando o crescimento, a produtividade, a resposta dos sistemas de cultivo e a eficiência do uso da água do maracujazeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação. O experimento foi conduzido em condições de campo, no delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas (5 x 2), estudando-se cinco lâminas de irrigação, 60, 80, 100, 120 e 140% da capacidade de campo e dois sistemas de cultivo: maracujazeiro em monocultivo e consorciado com feijão-caupi. Os resultados foram submetidos a análises de variância (F test) com análises de regressão para os tratamentos quantitativos (laminas de água) e comparação de médias, através do Teste de Tukey, para o fator qualitativo, sistemas de cultivo. As lâminas de irrigação influenciaram estatisticamente o número de folhas, a produtividade do maracujazeiro amarelo e a produção do feijão caupi. A maior produtividade de ambas as culturas foi obtida com a maior lâmina de água. O sistema de cultivo utilizado para o maracujazeiro, solteiro ou consorciado com feijão caupi, não influenciou o desempenho do maracujazeiro. Embora, a produção do maracujazeiro consorciado não foi estatisticamente diferente da produção do solteiro, a produção complementar que o feijão fornece no cultivo consorciado faz com que o consórcio seja uma alternativa para pequenos agricultores. A eficiência do uso de água pelo maracujazeiro diminuiu com o aumento da lâmina de irrigação, sendo, a maior eficiência no uso da água obtida quando o maracujazeiro foi irrigado com lâmina de água equivalente a 60% da capacidade de campo.

**Palavras-chave:** Crescimento, eficiência do uso da água, *Passiflora edulis f. flavicarpa*, *Vigna unguiculata*

## ABSTRACT

### CULTIVATION OF YELLOW PASSION UNDER IRRIGATION WATER HEADS AND CONSORTIUM WITH CAUPI-BEAN

The objective of the present study was to identify the best strategy in the use of the irrigation water heads for yellow passion in monoculture and consortium with Caupi-Bean, evaluating the growth, productivity, the response of the crop systems and the water use efficiency of the passion crop submitted to different irrigation water heads. The experiment was conducted under field conditions, in a randomized 5 x 2 split plots block design with five irrigation heads (60, 80, 100, 120 and 140% of the field capacity) and two cropping systems: passion in monoculture and intercropped with cowpea, with four replications. The data were submitted to analysis of variance, test F, with regression analysis for the quantitative irrigation factor and comparison of means, by the Tukey test, for the qualitative crop system factor. The highest yields of both crops were obtained with the highest water treatment. The cultivation system used for passion, single or intercropped with cowpea bean did not influence the passion behavior. Although the production of the intercropped passion fruit was not statistically different from that of the single crop, the complementary production that the bean provides in intercropping makes the consortium an alternative to smallholder agriculture. The water use efficiency for the passion decreased with the irrigation water, obtaining the greatest water use efficiency when the passion was irrigated with a water head equivalent to 60% of the field capacity.

**Key words:** growth, water use efficiency, *Passiflora edulis f. flavicarpa*, *Vigna unguiculata*.

## 1.0 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis S. f. flavicarpa D.*) é uma cultura que abrange diversas áreas do mercado consumidor, dentre elas os setores alimentícios, farmacêutico, estético, além do uso na ornamentação de ambientes (FERNANDES et al., 2015). O Brasil possui uma área colhida de 49,90 mil hectares com uma quantidade produzida de 703,49 toneladas, sendo o Nordeste a região maior produtora com área colhida de 36,778 mil hectares, produzindo uma quantidade de 489,898 tonelada, isto é, representando 69,63% da produção nacional. Comparando a quantidade produzida em escala nacional em toneladas no ano de 2016 com os anos anteriores de 2013, 2014 e 2015 há redução de 16,08, 14,55 e 0,12% respectivamente (IBGE, 2016).

A redução da quantidade produzida nos últimos anos pode ser reflexo da escassez hídrica. Há aumento na comercialização de maracujá, evidencia da demanda para o consumo no mercado interno como também para exportação (COIMBRA et al., 2012). Com isso uso de técnicas que possibilitam reduzir a queda na produção das culturas nas regiões de escassez hídrica se tornam necessário para manter o abatecimento no mercado consumido.

Na região semiárida se faz necessário o uso da irrigação para busca atender as necessidades hídricas da cultura, ou de técnicas, que possibilitem a manutenção dos recursos hídricos no solo, permitindo que as plantas completem o seu ciclo produtivo (GUIMARÃES et al., 1996). O cultivo nas épocas secas é viabilizado pela técnica da irrigação, embora apresente grandes vantagens ao sistema de produção agrícola, pode causar conflito devido escassez hídrica na região do Nordeste e onerar o custo de produção, o que torna importante aumentar o uso eficiente da água nos cultivos irrigados.

De acordo com Cavalcante (2014), fatores como adversidades edafoclimáticas na região semiárida, principalmente secas prolongadas e irregularidades nas chuvas tem levado os pequenos agricultores a fazerem uso do consórcio, em virtude, dessa pratica gerar bons rendimentos e baixos custos de produção. Segundo Rosa et al. (2006) o consórcio é uma alternativa utilizada como forma de maximizar a eficiência do uso do solo, bem como também possibilitar diluição dos custos iniciais na implantação da cultura principal.

Um cultivo pode ser utilizado para proteger de riscos em outros cultivos mais suscetíveis ou mais valorizados economicamente. O uso de leguminosas, por exemplo,

visa potencializar sistemas de produção de baixo nível de insumos, como cobertura do solo e adubação verde, em unidade de produção familiar, uma vez que confere ao agricultor autonomia em relação à disponibilidade de matéria orgânica e nitrogênio da fixação simbiótica (LIMA, 2015).

Dentre as culturas cultivadas em consórcio, destaca-se o feijoeiro, pois trata-se de um dos principais alimentos consumidos pela população humana na região Nordeste do Brasil, destacando-se por sua agregação nos valores culturais e no seu potencial em produção, sendo considerada, ainda, uma cultura de base familiar e de subsistência (AGRIANUAL, 2006).

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1. GERAIS**

Avaliar o desempenho agronômico do maracujazeiro e a eficiência do uso da água de irrigação nos sistemas de monocultivo e consorciado com feijão caupi em função de diferentes lâminas de irrigação.

### **2.2. ESPECIFICOS**

Avaliar o crescimento, a produtividade e a eficiência do uso da água de irrigação do maracujazeiro amarelo nos sistemas de monocultivo e consorciado do maracujazeiro com feijão caupi.

Identificar a melhor lâmina de irrigação para o maracujazeiro amarelo em monocultivo e consorciado com feijão caupi, através das variáveis de crescimento, da produtividade e uso eficiente da água.

Analisar a vulnerabilidade da produtividade do maracujazeiro amarelo á redução da aplicação de água nos sistemas de cultivos estudados.

### 3.0 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O maracujazeiro

A fruticultura é o ramo atualmente mais importante da agricultura brasileira, correspondendo por 25% do valor da produção agrícola nacional, sendo o maracujazeiro é uma frutífera bastante cultivada e explorada no território brasileiro, com retornos econômicos satisfatórios (COELHO et al., 2010). Sendo considerada de importância sócio-econômica para quase todos os estados brasileiros (GONDIM et al., 2009).

O Brasil é maior produtor e consumidor, mas o país não está entre os maiores exportadores, devido consumo interno ser maior que a produção (SILVA, 2002). A participação da fruta fresca no total das exportações de maracujá do Brasil tem-se restringido a 1,5%, devido ao mercado interno absorver quase a totalidade da produção (MELETTI et al., 2011).

O maracujazeiro apresenta vantagem devido a opções de mercado, onde o produtor pode destinar seu produto, para fins ornamentais, farmacológicos e alimento (JÚNIOR et al., 2011), tendo uma série de utilidade o seu uso em in natura, para produção de sucos, processado na forma de polpas e tantas outras de ordem medicinal e culinária (ANDRADE NETO et al., 2015). O suco do macracuja é rico em vitamina C (30 mg / 100 g) (CARR, 2013). A ornamentação é conferida pelas belas flores e o valor medicinal, também muito utilizado, devido às propriedades calmantes da passiflorina, um sedativo natural encontrado nos frutos e nas folhas (KOETZ, 2006).

A região maior produtora de maracujá no Brasil é o Nordeste, com 489,898 toneladas, correspondendo a 69,63% da produção nacional, já a região sudeste com 98,821 toneladas é a segunda maior região produtora, em seguida vem às regiões Norte com 54,604, sul com 44,729 e centro-oeste com 15,437 toneladas. Os estados maiores produtores no Nordeste são a Bahia (342,780 t) e o Ceará (98,122 t). A Paraíba é o quinto estado produtor com a produção de 7,455 toneladas (IBGE 2016). O estado da Paraíba obtém baixo rendimento 9,286 kg há<sup>-1</sup> comparado aos estados Bahia (12,557 kg ha<sup>-1</sup>), Ceará (17,789 kg ha<sup>-1</sup>) e Alagoas (20,026 kg ha<sup>-1</sup>).

No Brasil a maioria das regiões produtoras de maracujá apresenta baixa produtividade em relação aos outros países, em razão da falta de tecnologia (CARVALHO et al., 2010). De acordo com Koetz (2006), a produtividade nacional é muito variada e na maioria das vezes baixa em relação ao potencial produtivo da cultura. A produtividade brasileira é de 13,4 t ha<sup>-1</sup> ano, ainda muito baixa considerando

que o potencial da cultura que é de 50 t ha<sup>-1</sup> ano (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008). Além disso, a produtividade dos pomares varia de acordo com a região e o nível tecnológico adotado no manejo da cultura (COSTA et al., 2009).

O maracujazeiro é cultivado em pequenas propriedades, na maioria pomares de 3 a 5 hectares, sendo uma boa opção entre as fruteiras, por oferecer o mais rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma receita distribuída pela maior parte do ano (ANDRADE et al. 2002; MELETTI, et al. 2011). A cultura do maracujazeiro gera empregos para mão-de-obra fixa e temporária, é pouco mecanizada, sendo viável tecnicamente inclusive ao pequeno produtor abastece além do mercado interno com fruta ao natural, a agroindústria de polpa e de suco concentrado, que apresenta rentabilidade satisfatória (KOETZ, 2006). A insegurança relacionada à cultura do maracujazeiro está associada à grande variação de preços e de oferta do produto no comércio internacional, além do fato de ser uma cultura temporária, a duração de dois a três anos de colheitas de frutos (COSTA et al., 2009).

A época de maior oferta coincide com o período de fevereiro a abril, quando se obtém o pico da safra em todo o país, tendo os menores preços e o custo total para o ciclo da cultura implantado no campo em três anos em torno de R\$ 47.989,15, o custo anual, é de R\$ 15.996,38 para o primeiro ano da cultura (KOETZ, 2006). Existe ainda a ocorrência de doenças nos locais de produção de clima tropical, aumentam os custos de produção, podendo diminuir o rendimento por hectare ou mesmo restringir a produção (COSTA et al., 2009). O custo médio de produção do maracujá cultivado de forma orgânica varia entre R\$ 0,64 e R \$ 1,38 kg<sup>-1</sup>. Portanto, há uma exigência significativa para aumentar a eficiência do rendimento e reduzir os custos unitários para melhorar a rentabilidade (ARAÚJO NETO et al., 2008).

O maracujazeiro pertence à família das Passifloraceas, tem sua origem na América Tropical, com mais de 150 espécies. No Brasil e no mundo sendo as espécies mais cultivadas são de maracujá- amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), maracujá- roxo (*Passiflora edulis*) e maracujá- doce (*Passiflora alata*), mas a espécie de maracujá amarelo ou azedo representa a quase totalidade do volume comercializado mundialmente (PIRES et al., 2011), aproximadamente 95% da produção são representados pelo mesmo (HAFLE et al., 2009). O cultivo em escala comercial teve início no começo da década de 1970, com maracujá-amarelo ou maracujá-azedo (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008).

A espécie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Deg, é uma planta botanicamente caracterizada como perene de crescimento rápido, contínuo, com ramos podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento (KOETZ, 2006). No seu caule surge a gemas vegetativas, cada uma dando origem a uma folha e uma gavinha, as folhas são alternadas, quando jovens a maioria delas têm forma ovalada, na fase adulta são trilobadas ou não, com tamanhos e formas bem variados, as flores abrem-se depois do meio dia e permanecem abertas por um período de aproximadamente 4 a 5 horas, os frutos é uma baga de forma oval em geral com eixo horizontal menor que o vertical, as característica física e química dos frutos variam de acordo com a variedade, com o estágio de maturação e as condições edafo-climáticas do local (SILVA, 2002). O maracujazeiro pode ser propagado de forma sexuada, através de sementes e assexuada pela utilização da estaquia, enxertia, alporquia e cultura de tecidos in vitro, mas por tantas opções, os produtores normalmente realizam a propagação através de sementes (FERREIRA, 2000).

A razão da maior parte das regiões produtoras de maracujá no Brasil apresentar rendimento baixo em relação a outros países produtores é devido à falta de uma tecnologia adequada (KOETZ, 2006). As oscilações na produtividade do maracujazeiro amarelo devem-se em grande parte a problemas de ordem fitossanitária, constituindo muitas vezes fator limitante para a expansão da cultura no Brasil. Tal fato pode inviabilizar a atividade pela constante necessidade de renovação dos pomares (ARAÚJO, 2007). As implementações de novas tecnologias na fruticultura permitem aumento significativos na produção (PASSOS, 2016). O desafio é fazer com que o conhecimento gerado pela pesquisa seja disponibilizado e utilizado (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008).

A partir da década de 70, com a afirmação do novo padrão de desenvolvimento agrícola, orientado para o incremento da produção e para a integração com os complexos agroindustriais, a fruticultura irrigada foi beneficiada, expandindo-se rapidamente em várias regiões do país (SILVA, 2002). No Brasil a cultura do maracujazeiro tem avançado muito rapidamente (MELETTI et al., 2000). A parti de 1986, em diante houve uma ampliação significativa nas áreas cultivadas e na produção do maracujazeiro, devido, principalmente, ao uso da irrigação e ao lançamento de novos materiais genéticos (SILVA, 2002).

### 3.2 Recursos hídricos no semiárido brasileiro

Nas regiões áridas e semiáridas, a configuração do meio ambiente é resultado do múltiplo uso e ocupação do solo e dos processos que nele atuam em que a escassez hídrica está associada a uma complexa sinergia de fatores que concorrem para a depredação da base de seus recursos naturais. O regime pluviométrico anual altamente concentrado em poucos meses do ano, altas evaporações e solos rasos, predominantemente cristalinos, contribuem para a intermitência dos rios, dificultando ou até inviabilizando a produção de bens agrícolas, principalmente em áreas rurais localizadas em vazios hídricos (ALADOS et al., 2011). A sobrevivência da população no Semiárido e o seu potencial de produção vinculam-se diretamente à disponibilidade hídrica (ANDRADE & NUNES, 2014). Nessas condições, a avaliação do problema da água de uma dada região já não pode se restringir ao simples balanço entre oferta e demanda, deve abranger também os inter-relacionamentos entre os seus recursos hídricos com as demais peculiaridades geoambientais e sócio-culturais, tendo em vista alcançar e garantir a qualidade de vida da sociedade, a qualidade do desenvolvimento sócioeconômico e a conservação das suas reservas de capital ecológico (REBOUÇAS 1997).

A região do Nordeste brasileiro ocupa uma área de 1.600.000 km<sup>2</sup> do território nacional, sendo 940 mil km<sup>2</sup> de região semiárida, a qual abrange nove estados enfrenta um problema crônico de falta de água e baixo índice de precipitação de 800 mm por ano (MARENGO, 2008). Na região semiárida, a característica do meio ambiente é resultado do uso e ocupação do solo e dos processos que nele atuam em que a escassez hídrica está associada a uma complexa simultânea desses fatores que concorrem para a depredação da base de seus recursos naturais (SOARES; CAMPOS, 2013). A partir do regime de chuvas é possível traçar um cenário para a disponibilidade de água no solo do semiárido no período da estiagem, os rios secam rapidamente e os lençóis subterrâneos se aprofundam e mínguem, inviabilizando a utilização de suas águas (ANDRADE; NUNES, 2014). Em período de longa estiagem, a produção agrícola fica comprometida, a pecuária é debilitada e as reservas de água da superfície se esgotam (TRAVASSOS et al., 2013).

Nesta região, o recuso hídrico vem sendo motivo de preocupação mundial pelos sinais evidentes de crescente escassez e deterioração (SOARES; CAMPOS, 2013). As características como a irregularidade pluviométrica e altas de evapotranspiração são obstáculo nas atividades agropecuárias, e a lacuna de sistemas eficientes para o

armazenamento da água. Com isso geralmente a ocorrência de chuvas, não basta que as culturas de subsistência de sequeiro sejam bem-sucedidas e um veranico ou período seco dentro da quadra chuvosa pode ter impactos bastante adversos à agricultura (MARENGO, 2008). A ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa provoca fortes danos às culturas de subsistência dependendo da intensidade e da duração, (NAE, 2005). Os valores médios anuais das chuvas podem ocorrer num só mês ou se distribuir de forma irregular nos 3-5 meses do período chuvoso com pluviosidade varia entre 300 e 800 mm/ano, com coeficiente de variação superior a 45% (REBOUÇAS, 1997). Além da irregularidade das chuvas ao longo do ano, também há uma irregularidade interanual, evidencia ano que chove acima da média, enquanto em outras são escassas e mais concentradas, de forma que a estiagem fica mais severa (ANDRADE& NUNES, 2014). A maioria dos países tem conhecimento dos próprios problemas de disponibilidade e uso dos recursos naturais; no entanto, há muitas dificuldades para a aplicação de tecnologias em grande escala, para resolver ou evitar problemas e para estabelecer programas de preservação desses recursos (PAZ et al., 2000).

A irrigação tem sido utilizada para satisfazer as necessidades hídricas e proporcionar um incremento da produção de alimentos, utilizando-se uma menor quantidade de água, para aumentar o nível de renda dos agricultores em regiões áridas e semiáridas (SOARES; CAMPOS, 2013). De modo geral a pequena irrigação com base em açudes e água subterrânea de aluviões desponta como uma das alternativas mais promissoras em pequenos perímetros de irrigação utilizam os solos aluviais, cuja extensão total é estimada em mais de 3 milhões de hectares (REBOUÇAS, 1997). No entanto, essa técnica tem provocado inúmeros problemas ambientais, como a salinização de solo, do aquífero e declínio da biodiversidade, o que implica em conflito entre o incremento da produção agrícola – como forma de melhorar a produtividade da água e mitigar a escassez hídrica – e a preservação do meio ambiente (BRASILEIRO, 2009; SOARES; CAMPOS, 2013).

### 3.3 Irrigação. Necessidades hídricas do maracujazeiro

A tecnologia de produção procura aplicar parâmetros criteriosos na tomada de decisão para obter uma produção satisfatória e altos rendimentos e para isso, são necessários conhecimentos adequados sobre o efeito da água nos diferentes estádios de crescimento das culturas, bem como sobre sua relação com o solo e clima e também

sobre as características do equipamento de irrigação recomendado (COSTA et al., 2000).

No semiárido do Nordeste, para obter uma produção crescente de alimentos, a alternativa está na produção agrícola sob irrigação que tem possibilitado um número maior de safras por ano, principalmente em países do hemisfério sul, tendo em vista ser o setor agrícola o maior consumidor de água e como esta é o componente essencial e estratégico ao desenvolvimento da agricultura, o controle e a administração adequada e confiável possibilitará um eficiente manejo, preservando a qualidade do meio ambiente (PAZ, et al., 2000). Heinze (2002) confirma que, no semiárido Nordestino, a agricultura apresenta uma grade potencialidade do ponto de vista da irrigação, sendo assim, são diversos os aspectos que levaram a agricultura a ter destaque promissor e impactante no desenvolvimento da economia nacional.

Nos últimos anos, a fruticultura irrigada no Nordeste do Brasil tem ganhado espaço na agricultura brasileira de maneira significativa, com grande avanço na economia e na eficiência de uso de água aplicada pela irrigação (ARAÚJO, 2012). Os cultivos de fruticultura no Nordeste se restringem ao uso da irrigação, porém o manejo desta, feito convencionalmente pelos agricultores da agricultura familiar não vêm apresentando bons resultados técnicos e econômicos (ARAÚJO, et al., 2012). De forma geral, um programa de irrigação deve conciliar sempre um bom retorno financeiro com aumento de produção, economia de água, mão-de-obra, nutrientes e sem prejuízos para a estrutura do solo. Para isto, deve fornecer condições para que a planta tenha um máximo crescimento vegetativo, mantendo suas atividades fisiológicas na sua capacidade potencial, de acordo com as condições climáticas (COSTA et al., 2000). Na região semiárida do estado da Paraíba, onde a cultura é explorada comercialmente, os mananciais hídricos de superfícies e subterrâneos encontram-se deficientes em quantidade e qualidade (ARAÚJO et al., 2000).

O maracujazeiro é uma frutífera que responde bem à irrigação. Nas regiões onde é cultivado, o uso da irrigação é indispensável, pois esta prática aumenta a produtividade, permite a obtenção de produção de forma contínua e uniforme, com frutos de boa qualidade (COSTA et al., 2000). Freire et al. (2010) ressaltam que a irrigação possibilita ganhos quantitativos e qualitativos no cultivo do maracujazeiro, em razão de incrementos nos níveis de produtividade, uniformidade, continuidade de produção e melhorias nos atributos externos e internos dos frutos. As irrigações influenciam a produtividade, peso médio, comprimento e diâmetro dos frutos do maracujazeiro-

amarelo (CARVALHO et al., 2000). A irrigação promove o desenvolvimento mais homogêneo do maracujazeiro, contribuindo para o aumento do período de produção com colheita contínua e frutos de maior massa e de boa qualidade, resultando em maior produtividade (GONDIM et al., 2009).

O cultivo do maracujazeiro amarelo com uso de irrigação vem se destacando no contexto da fruticultura brasileira, devido á contribuição na melhoria de índices socioeconômicos no campo (FREIRE, 2012). O maracujazeiro é uma opção técnica e economicamente viável para os agricultores familiares, contribuindo para o desenvolvimento da cultura e expansão dos pomares comerciais (PASSOS, 2016). É uma cultura muito rentável financeiramente ao agricultor familiar para garantir fonte de renda bem distribuída o ano todo. A cultura do maracujazeiro irrigado vem se destacando, sobremaneira, na região Nordeste em virtude de oferecer condições edafoclimáticas favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura (ARAÚJO et al., 2012).

O déficit hídrico no solo provoca no maracujazeiro a queda das folhas e dos frutos, principalmente no início de seu desenvolvimento e, quando se forma, podem crescer com enrugamento, prejudicando a qualidade da produção (MANICA, 1981; RUGGIERO et al., 1996). Apresenta diminuição no crescimento de folhas, na produção de flores, no tamanho de frutos e no volume de polpa produzida e também acelera a abscisão foliar (VASCONCELLOS; DUARTE FILHO, 2000). Proporcionalmente, prejudica mais o desenvolvimento de brotos florais do que a perda de flores ou frutos por queda prematura (COSTA et al., 2009). Os ramos das plantas tornam-se mais finos, as gavinhas curtas, folhas e flores menores e os ramos laterais apareceram em menor número do que sem déficit hídrico. Como efeito da redução do teor de água no solo, o maracujazeiro produz ramos menores com menor número de nós e comprimento de entrenós, refletindo conseqüentemente no número de botões florais e flores abertas (MANZEL et al., 1986). Esses aspectos são importantes para a produção dos frutos no maracujazeiro, influenciando no rendimento. Silva (2002) considera que a seleções ou híbridos do maracujazeiro cultivado em escala comercial são pouco resistentes ao estresse hídrico.

A adequada disponibilidade hídrica influencia no aproveitamento dos fertilizantes pela planta e a absorção de alguns nutrientes pode ser marcadamente prejudicada pela falta de água (CARVALHO et al., 2000). Costa et al. (2000) afirmam que déficit hídrico provoca redução no acúmulo de nutrientes na parte aérea. Já Sousa et al. (2008) no estudo de diferentes níveis de irrigação e dose de potássio relatam que a composição

nutricional foliar do maracujazeiro não é influenciada pelos níveis de irrigação e as influências do déficit hídrico no maracujazeiro relativamente depende dos fatores e suas interações.

A cultura do maracujá pode ser irrigada com qualquer um dos métodos atualmente disponíveis irrigação por superfície, (irrigação por aspersão e irrigação localizada gotejamento e microaspersão) (COSTA et al., 2009), mas o método de irrigação por gotejamento é o mais adequado para o maracujazeiro, pois proporciona a aplicação de água e nutrientes próximos ao sistema radicular da planta, permitindo melhor controle da umidade, como também não molha a parte aérea das plantas, reduzindo a incidência de doenças (RUGGIERO et al., 1996). O método tem como característica menor intervalos entre as irrigações, ou seja, maior frequência de aplicação de água, resultando assim umidade no solo sempre próximo a capacidade de campo que promove melhor desenvolvimento das plantas de maracujazeiro (SILVA, 2002). Num estudo realizado por Martins (1998) obteve-se a máxima produtividade do maracujazeiro irrigado por gotejamento ( $39.009\text{kg ha}^{-1}$ ) com a aplicação de uma lâmina total anual de 1.328 mm.

O uso adequado da irrigação no maracujazeiro requer conhecimentos das propriedades físicas e químicas do solo, desenvolvimento e profundidade do sistema radicular, condições climáticas da região, além das características morfológicas e fisiológicas inerentes à própria cultura e cultivar (COSTA et al., 2000).

A necessidade hídrica das culturas é informação básica para a tomada de decisão e o bom uso e conservação dos recursos hídricos em culturas irrigadas. Na prática da irrigação, as necessidades hídricas das culturas são estimadas com uso de coeficientes de cultivo e da determinação da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) (COSTA et al., 2000). A determinação do valor correto de  $ET_o$  da região de cultivo, por meio de equações, possibilita facilitar a determinação da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), pela multiplicação do valor da  $ET_o$  por um coeficiente de cultura ( $K_c$ ) (KOETZ, 2006). Para Oliveira et al. (2009), o conhecimento dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) e da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) é informação básica para o bom uso e conservação dos recursos hídricos na agricultura irrigada. O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) teoricamente determinado pela relação entre a  $ET_c$  e a  $ET_o$ , varia de acordo com a cultura, com o seu estágio de desenvolvimento e com o método de estimativa da  $ET_o$ , necessitando ser ajustado para as diferentes condições edafo-climáticas locais (SILVA, 2002).

Os maiores valores de  $ET_c$  no maracujazeiro, correspondem aos estádios de floração, formação e maturação dos frutos com valores de  $K_c$  entre 0,42 e 1,12 (SILVA; KLAR, 2002). No semiárido Cearense o maior consumo de hídrico do maracujazeiro foi registrado nas fases fenológicas de floração-frutificação, com valor médio de  $6,95 \text{ mm dia}^{-1}$  com um pico máximo de aos 231 dias após transplatio (DAT),  $9,46 \text{ mm dia}^{-1}$  (SOUZA et al., 2009).

O manejo da irrigação significa monitorar indicadores que determinem a quantidade de água aplicada e o momento certo de se irrigar. Os indicadores mais comuns são a umidade e tensão de água no solo (SOUZA et al., 2009). Estudo realizado por Koetz, (2006), considera que irrigação poderá ser realizada para tensão de água no solo em torno de 60 kPa em ambiente protegido e natural sem comprometer a produtividade e a qualidade dos frutos do maracujá-amarelo. Para uma irrigação conduzida com um conteúdo de água do solo a 50% da  $ET_o$ , numa lâmina total de água 1.195 mm, a produtividade máxima obtida foi de  $36,8 \text{ t ha}^{-1}$ , com uma aplicação de  $273 \text{ g planta ano}^{-1}$  de N (CARVALHO et al., 2000).

Araújo et al. (2000) no experimento de aplicação de diferentes volumes de água no maracujazeiro em sacos de polietileno afirmam que aplicação de 10L semanais de água, em dois turnos de 5 L a cada 72 horas, manteve o substrato com volume de água na profundidade de 0-30 cm superior exigido pelas plantas e obtendo maior diâmetro do caule, emissão de ramos produtivos, número de botões florais, produção de frutos sadios e de matéria seca das raízes, caules e folhas.

#### 3.4. Consorciação

A maior parte da produção de alimentos básicos é oriunda de pequenas propriedades. Devido a essa razão a introdução de técnicas de baixo custo, objetivando o aumento do rendimento é de grande relevância (MACIEL et al., 2004). Uma prática comum entre agricultores da região é a consorciação de culturas, que é o plantio simultâneo na mesma área de duas ou mais espécies cultivadas, devido às vantagens que esse sistema oferece (BEZERRA et al., 2007), o consórcio torna-se um técnica importante por propiciar, aos pequenos produtores, alternativas viáveis para otimização da área plantada, aumento da biodiversidade da microbiota do solo, manejo de pragas e doenças, além da maior produtividade e estabilidade econômica das atividades na propriedade rural (MAIA et al., 2010).

O consórcio, além dos produtos obtidos nos sistemas agrícolas, é uma das alternativas para se contornar tais perdas, (nutrientes como resultados de processos erosivos, lixiviação, desnitrificação e volatilização do nitrogênio), garantindo diferentes formas de extração de nutrientes, possibilitando uma melhor ciclagem e conservação do solo (MAIA et al., 2010). Com o cultivo simultâneo das espécies de interesse, há um aumento do uso eficiente da terra. Oliveira et al. (2005) ressaltam na sua pesquisa no consórcio de alface e coentro melhor aproveitamento dos fatores ambientais disponíveis nos sistemas consorciados, em relação ao sistema solteiro, uma vez que os índices de uso da terra foram maiores que 1 (a unidade), demonstrando que são necessários 42% a 221% a mais de área para que as culturas de alface e coentro, em plantio isolado produzam o equivalente à produção do consórcio em um hectare. As pesquisas têm demonstrado que o cultivo em consórcio favorece um aumento da produtividade total de sistemas por meio da otimização da área utilizada (MAIA et al., 2010). Os erros dos componentes não recomendados, como população de plantas inferior à ideal, semeadura em épocas inadequadas, espaçamentos incorretos, entre outros constituem fatores responsáveis pela baixa eficiência dos consórcios (FERREIRA, 1989).

No cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes (MACIEL et al., 2004). É preciso reconhecer a existência de interações benéficas entre as espécies, saber o grau de complexidade da interação bem como o impacto desta sobre as culturas. Com isso é possível, criar interações que sejam benéficas de forma que aumente os rendimentos (MAIA et al., 2010). A vantagem de um sistema consorciado depende fundamentalmente da complementaridade entre as culturas componentes do consórcio. Vários fatores podem ter impacto significativo no rendimento e na taxa de crescimento das culturas componentes em consorciação. Entre eles estão a competição entre as culturas, o tipo de cultivar semeada, o arranjo espacial de plantio, entre outros. De acordo com Souza et al. (2011), as pesquisas realizadas para analisar a eficiência dos cultivos consorciados, visando conhecer melhor a viabilidade dos mesmos é de grande relevância.

O plantio consorciado é prática comum entre os pequenos agricultores do Nordeste do Brasil, cultivando simultâneo ou não simultâneo duas ou mais espécies numa área agrícola, tendo a dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas (PINTO et al., 2013). Essas plantas podem ter diversas finalidades de

consumo humano ou animal, destacando-se o consórcio entre olerícolas de diversas, plantas medicinais, pastagem e frutíferas, dentre outras associações entre plantas companheiras (MAIA et al., 2010).

O consórcio entre a cultura do milho e do feijão é o de maior relevância no Brasil, principalmente para os agricultores familiares da região semiárida do Nordeste brasileiro (SOUZA et al., 2011).

Como o maracujazeiro é tipicamente cultivado em forma de espaldeira, o aumento dos espaços entre as colunas que sustentam as videiras permitiria o consórcio com outras culturas (ARAÚJO NETO et al., 2014). Nas entrelinhas do maracujazeiro é realizada capina manual ou aplicação de herbicida para manter elas limpas de plantas daninhas, para evitar a competição por nutrientes e água. Quando isto é feito, pode deixar o solo exposto podendo levar a uma degradação física, química e biológica do solo por erosão e lixiviação de nutrientes (PRADO et al., 2016). O consórcio evita isto reduzindo a erosão do solo, a incidência de plantas daninhas e pragas, aumentando também o rendimento, possibilitando assim um aumento da geração de renda ao pequeno produtor devido à diversificação das colheitas numa área agrícola só (PINTO et al., 2013).

Atualmente, os espaçamentos mais comuns no maracujazeiro são: 3 x 2,5 m, 3 x 1,5 m, 3 x 1 m, 2 x 1 m, que proporcionam densidade variando de 1.300 a 5.000 plantas por hectare (PIRES, et al., 2011). A cultura do maracujá-amarelo enfrenta uma série de problemas de natureza técnica, que contribuem para reduzir a margem de lucro dos produtores. Entre as alternativas capazes de ampliar a lucratividade e o rendimento da cultura, a utilização de cultivos intercalares (LIMA et al., 2002). A utilização dessas faixas com o cultivo de outra cultura, como o feijoeiro, constitui alternativa viável para conservação do solo, uso racional da área, redução de custos e geração de renda adicional (CARVALHO, 1989). A configuração de plantio no sistema de consorciação consiste em delinear a melhor distribuição das plantas no campo de produção de culturas associadas de modo que ocorra menor competição intra e interespecífica pelos recursos do ambiente, tais como água, nutrientes e luz (PINTO et al., 2013). O agricultor deve ficar atento ao período de plantio das espécies utilizadas, pois cada espécie geralmente possui crescimento e ciclo de produção distinta; no entanto é conveniente que se escolham variedades ou espécies de plantas distintas para que não haja uma concorrência entre elas por luz solar, nutriente, espaço e água (MAIA et al., 2010).

No Sudoeste, encontram-se cultivos de maracujá solteiros e consorciados com fruteiras perenes (PIRES et al., 2011). O milho (*Zea mays* L.) e o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) são recomendados como culturas intercalares no primeiro ano de cultivo do maracujá-amarelo (LIMA et al., 2000). Prado et al. (2016) observaram que a utilização de feijoeiro intercalado com maracujazeiro, proporcionou uma renda extra para o produtor com a utilização da mesma área, além dos benefícios de conservação do solo, mas não recomendaram a utilização de mais de quatro linhas de feijão entre fileira.

Passos (2016) trabalhando no semiárido nordestino com um consórcio entre o maracujazeiro do mato e feijão-caupi observou significativo teor de P e de acidez potencial no solo, o que pode estar relacionado ao manejo do consórcio, o qual provavelmente fez com que ocorressem melhorias na matéria orgânica do solo, levando a otimização do uso do P pelas plantas. Lima et al. (2002) destaca a utilização do feijão como cultura intercalar, proporcionando uma produtividade total para o maracujazeiro de 12,8 t há<sup>-1</sup>. Araújo Neto et al. (2014), relatam que o sistema orgânico de policultura entre o maracujá, abacaxi, milho e mandioca representa uma proposta viável na região amazônica, como demonstrado por uma eficiência média de uso da terra de 2,65, independente do tipo de adubação verde empregada.

## **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área experimental**

O estudo foi conduzido sob condições de campo, no período de agosto de 2015 a Março de 2016, na Estação Experimental da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, no Campus de Pombal, PB, situada sob as coordenadas 60 47' 52,15" S e 370 48' 10" W altitude de 185 m, Oeste do Estado da Paraíba, Mesorregião Sertão Paraibano, distante 401 km de João Pessoa, PB (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Mapa de localização do Município de Pombal, PB



**Figura 2.** Imagem de satélite da localização da área de estudo (retângulo em vermelho) UFCG, Campus Pombal, PB

#### **4.2 Clima da região**

Segundo Koppen, o clima predominante da região é do tipo BSh, semiárido quente e seco, apresentando um período de chuvas irregulares entre os meses de fevereiro a junho e um período de seca entre os meses de julho a janeiro. A precipitação média anual de 750 mm e evapotranspiração média anual de 2000 mm.

#### **4.3 Características do solo e da água da área**

O experimento foi conduzido em um Neossolo flúvico (aluvião), plano. Para caracterização deste, amostras foram retiradas nos intervalos de profundidade de 0-20 e 20-40 cm e levadas aos Laboratórios de Irrigação e Salinidade e de Solo, da

Universidade Federal de Campina Grande, PB, para análise e caracterização físico-hídrica e química, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Atributos físico-hídricos do solo da área experimental. Pombal, PB, 2015

Granulometria	Valor (%)	Umidade (% base solo seco)		
		Tensão (atm)	Profundidade (cm)	
Areia	80,45		0 - 20	20 - 40
Silte	14,06	0,10 atm	15,33	15,66
Argila	5,49	0,33 atm	11,69	10,84
		1,00 atm	8,45	7,96
<b>Classificação Textural</b>	Areia Franca	5,00 atm	5,45	5,55
<b>Densidade do Solo (g cm<sup>-3</sup>)</b>	1,48	10,0 atm	5,22	5,14
<b>Densidade de Partículas (g cm<sup>-3</sup>)</b>	2,64	15,0 atm	4,95	4,31
<b>Porosidade (%)</b>	43,94	Água disponível	6,74	6,53

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade, UFCG, Campina Grande, PB

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo da área experimental. Pombal, PB, 2015

Características químicas	Profundidade	
	0 - 20 cm	20 - 40 cm
Complexo sortivo	(cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )	(cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	5,4	5,1
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	3,8	5,0
Sódio (Na <sup>+</sup> )	0,23	0,33
Potássio (K <sup>+</sup> )	0,88	0,70
Fosforo Assimilável (mg/dm <sup>3</sup> )	39,00	49,00
Nitrogênio (%)	0,78	0,80
Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	13	13
Extrato de Saturação		
pH <sub>ps</sub>	6,20	6,11
CE <sub>es</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	0,05	0,04
Cloreto (meq L <sup>-1</sup> )	6,25	5,50
Carbonato (meq L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00
Bicarbonato (meq L <sup>-1</sup> )	3,80	4,60
Sulfato (meq L <sup>-1</sup> )	Ausência	Ausência
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	10,00	4,00
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	10,12	6,87
Sódio (Na <sup>+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	2,56	2,37
Potássio (K <sup>+</sup> ) (meq L <sup>-1</sup> )	1,76	0,35
PST (%)		
Salinidade	Não salino	Não salino
Classe do solo	Normal	Normal

Fonte: Laboratório de Solo e Nutrição de Plantas, CCTA/ UFCG, Pombal, PB

A água utilizada na irrigação da área experimental foi captada do rio Piancó perenizado pelo açude de Coremas e pertencente à Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu.

A caracterização química da água foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, CCTA/UFCG, Pombal, PB (Tabela 3).

**Tabela 3.** Caracterização química da água de irrigação. Pombal, PB, 2015

Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH	CE	Ras
(meq L <sup>-1</sup> )									(dS.m <sup>-1</sup> )	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>
1,46	0,19	0,61	0,75	0,88	1,68	0,00	P	7,44	0,315	1,78

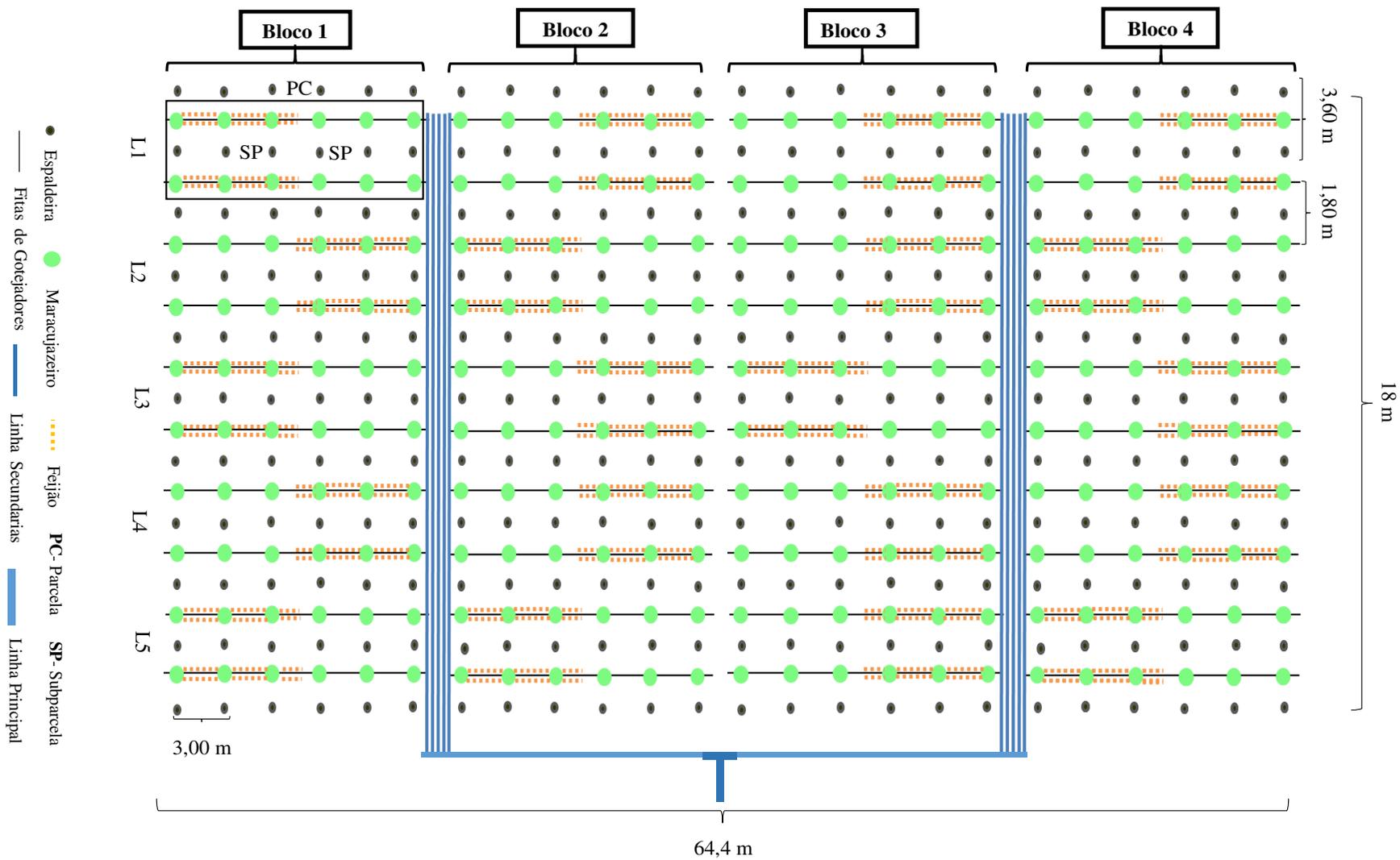
Fonte: Laboratório de Solo e Nutrição de Plantas, CCTA/ UFCG, Pombal, PB

#### **4.4 Tratamentos e delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial 5x2 blocos casualizados com parcelas subdivididas; onde foram testados cinco lâminas de irrigação: (L1=60 - L2=80 - L3=100 - L4=120 e L5=140% da Capacidade de Campo do solo, %CC (parcelas) e dois sistemas de consorcio: maracujazeiro amarelo em sistema de monocultivo e consorciado com feijão-caupi (subparcelas), com 4 repetições, totalizando 40 unidades experimentais com dimensões de 27 m<sup>2</sup> (7,5 m x 3,6 m) composta cada uma por 12 plantas. A Figura 3 apresenta o Layout do experimento mostrando o arranjo dos tratamentos dentro das unidades experimentais de cada bloco.

#### **4.5 Produção das mudas**

As mudas foram produzidas a partir de sementes da cultivar Redondo Amarelo sendo a semeadura realizada cerca de 80 a 90 dias antes da implantação no campo, conforme sugerido por Andrade Neto et al. (2015), no início do mês de abril do ano de 2015. O semeio foi realizado em substrato comercial acondicionado em bandejas de polietileno com 166 células em viveiro com sombrite de 50%, e aos 21 dias após a germinação foi feito o transplântio para tubetes do tipo citropotes de 3.780 mL. O substrato foi composto por uma mistura de solo Neossolo Flúvico, do seu horizonte A, esterco bovino curtido e maravalha de serraria, na proporção de 2:1:0,5. Os tubetes foram dispostos sobre bancadas e tutorados com arames de 4.2 pol, irrigados diariamente e o manejo nutricional conforme as recomendações técnicas (COSTA et al., 2008). Durante o processo de produção das mudas procedeu-se a poda de gavinhas e brotações laterais.



**Figura 3.** Layout, espaçamento e arranjo dos tratamentos dentro de cada bloco

## **4.6 Instalação do experimento no campo**

### **4.6.1 Preparo do solo**

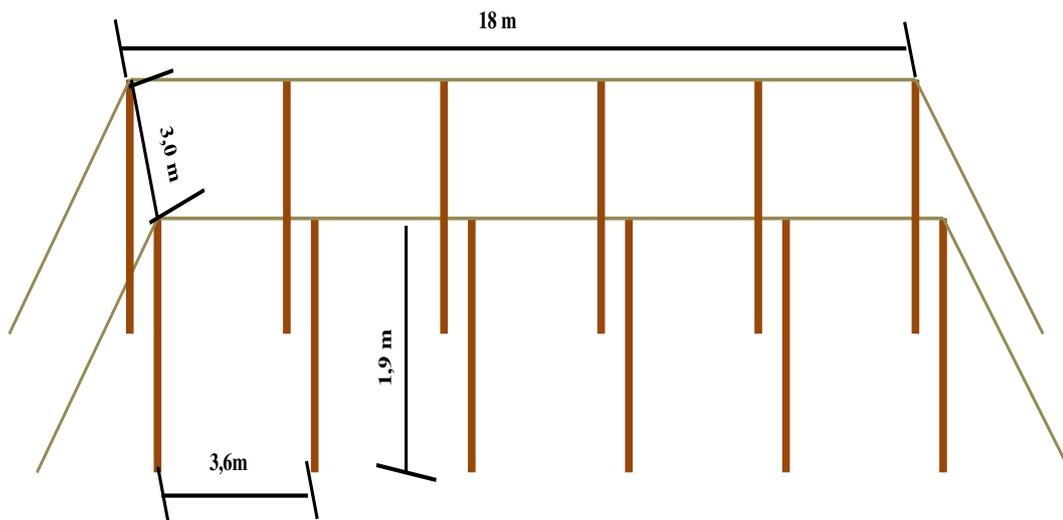
O preparo da área foi efetuado de forma mecânica, inicialmente com limpeza da área, seguido por aração e gradagem, visando o destorroamento e nivelamento do solo. Por se tratar de uma área plana, após estes procedimentos, realizou-se a abertura de sulcos com profundidade média de 40 cm, com uso de um sulcador acoplado ao trator, usando-se o espaçamento de 1,8 m entre sulcos. Após a abertura dos sulcos, foi realizada a marcação do local de plantio das mudas de maracujazeiro, com uso de piquetes, a adubação de fundação, a instalação do sistema de espaldeiras e a montagem do sistema de irrigação.

### **4.6.2. Adubação de fundação**

A adubação de fundação foi feita com uma mistura de adubo orgânico (7 litros esterco bovino) e mineral (300 g de superfosfato simples) por cova.

## **4.7. Sustentação da planta**

Devido ao maracujazeiro ser uma planta trepadeira se fez necessário o uso de um sistema de sustentação, denominado de espaldeira, para distribuir seus ramos e garantir uma maior produção (ANDRADE NETO et al., 2015). Foi adotado o sistema de condução de espaldeira vertical construído com estacas de jurema com média de 10 cm de diâmetro e 2,50 m de comprimento, espaçadas entre si em 3,00 m, com a extremidade inferior fincada no solo a 0,60 m de profundidade. Uma linha de arame liso, ovalado, de aço galvanizado nº 12, de 18 m de comprimento, foi utilizado para sustentar as plantas nas espaldeiras, conforme procedimentos propostos por Costa et al., (2008); Andrade neto et al. (2015) (Figura 4).



**Figura 4.** Espaldeira vertical com um fio de arame

#### **4.8 Transplantio das mudas de maracujá**

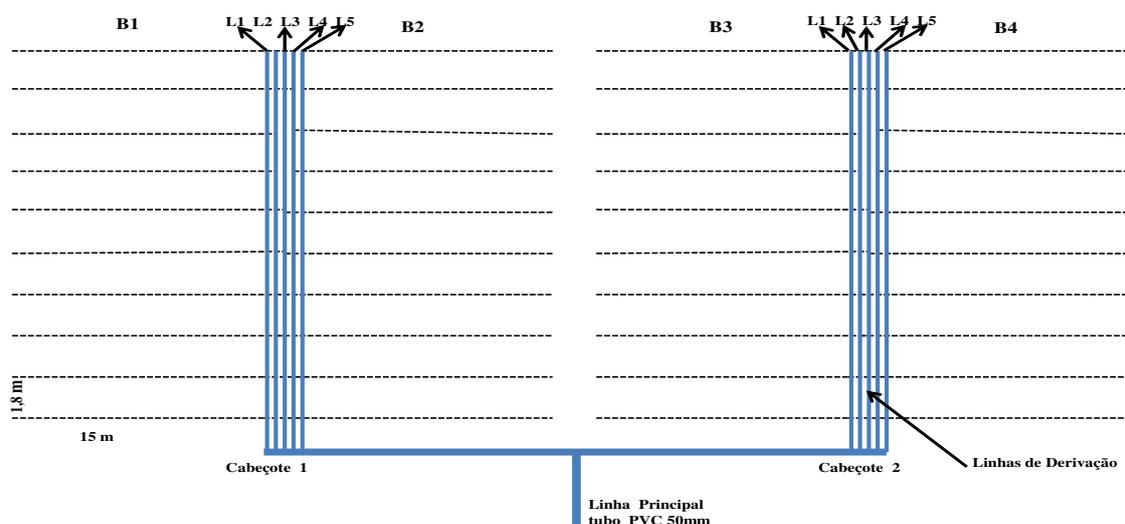
O transplântio do maracujazeiro ocorreu no início de julho do ano de 2015; na ocasião as mudas se encontravam com uma altura em torno de 1,2 m. As plantas foram arranjadas em fileiras simples com espaçamento de 3,0 m entre planta, orientadas no sentido leste oeste no mesmo sentido das linhas laterais e 1,80 m entre fileiras, dispostas no sentido norte sul, com um total de 240 plantas. Cada unidade experimental foi constituída de 2 fileiras com 6 plantas cada uma. Considerando que eram 6 parcelas por bloco, então cada bloco tinha 60 plantas de maracujá e um total de 240 plantas para toda a área experimental.

#### **4.9 Plantio do feijão Caupi no sistema de cultivo consorciado**

Para estabelecer o consorcio maracujazeiro x feijão, utilizou-se sementes de feijão caupi do genótipo Paulistinha, proveniente do programa de melhoramento genético de feijão da EMEPA-PB. Na área consorciada, realizou-se a semeadura direta do feijão logo após o transplântio das mudas de maracujá, a 15 cm a cada lado da linha de maracujá. As sementes de feijão foram espaçadas a cada 20 cm, permitindo implantar duas fileiras duplas de 7,5 m de comprimento, correspondendo a 150 plantas de feijão por parcela com consórcio. A área total do experimento, considerando a área ocupada pelo sistema de espaldeira foi de 1.123,2 m<sup>2</sup>.

#### 4.10 Sistema de irrigação

A irrigação da área foi realizada por meio de um sistema localizado, através de fitas gotejadoras com emissores espaçados (horizontalmente) de 30 em 30 cm. As linhas laterais foram espaçadas de 1,8 x 15 m de comprimento (Figura 5). As fitas gotejadoras (linhas laterais) foram conectadas a uma linha secundária de derivação de tubos de PVC com diâmetro de 32 mm; estas linhas foram conectadas a registros possibilitando monitorar as lâminas correspondentes determinadas pelo manejo para cada tratamento. A linha principal foi composta por tubo de PVC de 50 mm.



**Figura 5.** Layout do sistema de irrigação

Após a montagem do sistema de irrigação por gotejamento, foi determinada a eficiência do sistema de acordo com a metodologia proposta por Merriam e Keller (1978). Para isto, foram medidas a vazão em quatro pontos equidistantes ao longo da linha lateral (a 0, 1/3, 2/3 e no final da linha) com quatro repetições. As linhas laterais selecionadas, ao longo da linha de derivação, foram: à primeira, as situadas a 1/3 e 2/3 do comprimento e a última linha lateral. A medição da vazão foi feita com o auxílio de coletores graduados de 100 mL e um cronômetro.

Com os dados coletados, foram estimados o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e a Eficiência de Aplicação (Ea). O Coeficiente de Uniformidade de distribuição (CUD) foi determinado utilizando-se a equação de Merriam e Keller (1978), que é baseada na razão entre as vazões mínimas e a média das vazões dos emissores, avaliado em 98,04% pela seguinte equação:

$$CUD = \{ ( Q25\%/Qmed) \}. 100 \quad (1)$$

Em que:

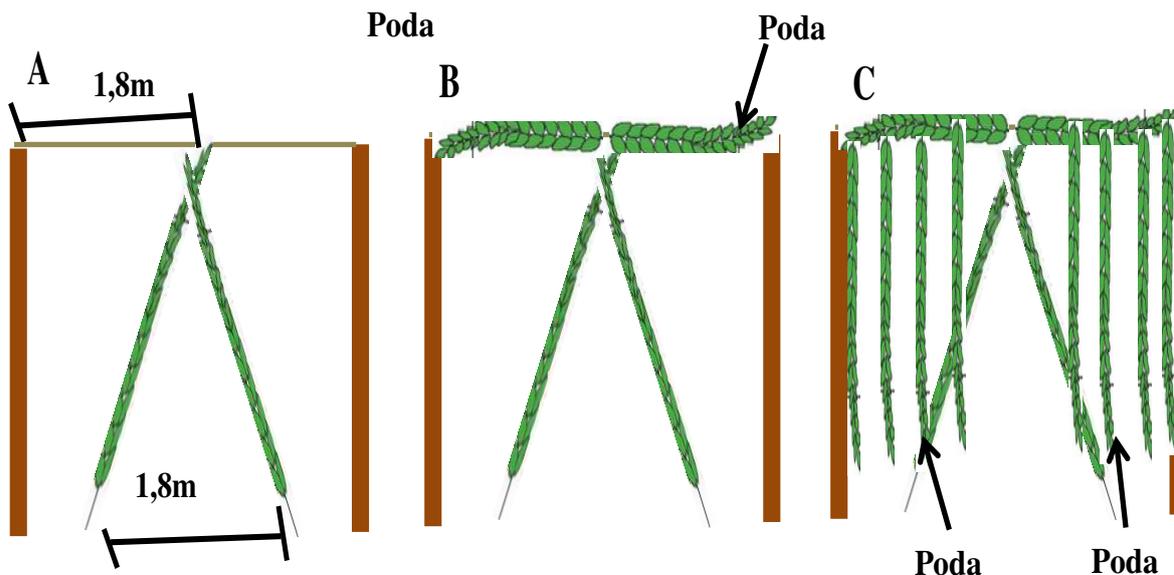
Q 25% - média dos 25% menores valores de vazão coletadas (L h<sup>-1</sup>);  
Qmed - média de todas as vazões coletadas nos gotejadores , (L h<sup>-1</sup>).

A eficiência de aplicação (Ea) foi estimada segundo Merrian e Keller (1978) considerando ainda que segundo DANTAS NETO et al. (2013) no reabastecer total da água pela irrigação o consumo pelas plantas e as perdas por percolação profunda poderão variar em aproximadamente 10%. Assim a equação utilizada foi a seguinte:

$$Ea = 0.9 * CUD \quad (2)$$

#### **4.11 Condução, poda e polinização**

As mudas de maracujazeiro foram tutoradas em direção ao sistema de sustentação (espaldeira); quando o ramo principal ultrapassou o fio de arame, em aproximadamente 10 cm, o ramo foi conduzido sobre o arame por uma extensão de 1,8m até a extremidade da espaldeira (Figura 6). Após a condução realizou-se a poda do ápice do ramo principal. Posteriormente apareceram os ramos secundários direcionados ao solo. Destes surgiram os ramos terciários; tanto os secundários como os terciários eram podados ao atingir 20 cm de distância da superfície do solo, proporcionando adequada aeração e incidência de luz, condições essenciais para aumento da produtividade e produção de frutos de qualidade (COSTA et al., 2008).



**Figura 6.** Condução do ramo principal (A); poda do ápice dos ramos principais (B); formação da cortina dos ramos laterais (C)

Com o início da floração, 4 meses após o transplântio, realizou-se polinização artificial conforme procedimentos técnicos relatados por COSTA et al. (2008); ANDRADE NETO et al. (2015).

#### 4.12 Adubação

A adubação mineral de formação realizada por fertirrigação foi parcelada em quatro etapas intercaladas no intervalo de 30 dias com o seguinte parcelamento: 1º mês 10:10 g, 2º mês 15:15 g, 3º mês 20:20 g e no 4º mês 30:30 g, respectivamente de N e K<sub>2</sub>O por planta.

Na fase de produção o maracujazeiro foi fertilizado novamente com aplicações de 160 g de N, 480 g de K<sub>2</sub>O e 140 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por planta. Nessa fase, o fornecimento dos fertilizantes para suprir as plantas de N e K<sub>2</sub>O foi parcelado e aplicado no tempo conforme necessidades de absorção, de acordo com Haag et al. (1973). As doses de fertilização foram calculadas com base na análise química do solo e as recomendações e procedimentos de adubação de Costa et al. (2008).

### 4.13 Manejo da irrigação

As irrigações ocorreram em intervalos de 48 h, sempre às 16 h, com base no conteúdo de água do solo. Com o uso de uma sonda Delta-T, foi medida a umidade do solo pelo método da reflectometria no domínio do tempo (TDR). A umidade do solo foi mensurada diariamente com leituras nas profundidades de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 e 1,00 m, através de tubos de acesso instalados em cada tratamento. Os valores do conteúdo volumétrico de água do solo foram utilizados no cálculo das lâminas de reposição de água.

Com o auxílio de uma planilha eletrônica editada na Excel, foram determinadas as lâminas de reposição de água e o tempo das irrigações, registrando-se os valores diários do conteúdo de água do solo, que serviu como base para a determinação da irrigação necessária (IRN), usando-se a Eq. 3:

$$IRN = \frac{CC - Ua}{10} * Z \quad (3)$$

Em que:

IRN- irrigação necessária (mm);

CC- capacidade de campo, % em volume;

Ua- umidade atual do solo, % em volume;

Z- Profundidade efetiva da raiz (mm).

A determinação das lâminas de reposição foi baseada nos tratamentos que receberam 100% da água disponível (L3). A irrigação total necessária (ITN) foi determinada a partir dos dados da irrigação necessária (IRN) e da eficiência de aplicação (Ea) utilizando se a Equação 4:

$$ITN = \frac{IRN}{Ea} \quad (4)$$

Em que:

ITN: irrigação total necessária (mm);

IRN: irrigação necessária (mm);

Ea: eficiência de aplicação, obtida pela equação Eq 2.

As lâminas de irrigação, embasadas na capacidade de campo (100%), foram multiplicadas pelos fatores 0,6; 0,8; 1,2 e 1,4 para se obter, respectivamente, as lâminas referentes aos tratamentos L1=60, L2=80, L4=120 e L5=140% da capacidade de campo.

O tempo necessário de aplicação de cada lâmina (funcionamento do emissor do sistema de irrigação) em cada evento de irrigação foi calculado usando-se a Eq. 5.

$$TI = ITN/Ia \quad (5)$$

Em que:

TI: Tempo de irrigação (h)

ITN: irrigação total aplicada (mm);

Ia: Intensidade de aplicação do sistema (mm h<sup>-1</sup>)

Durante os primeiros 30 dias após o transplântio (DAT) todas as plantas foram irrigadas com lâminas de reposição correspondentes a 100% da CC; iniciando-se os tratamentos em 1º de Agosto de 2015 e finalizando em 31 de Março de 2016, aplicação mantida durante 244 dias.

Utilizando-se um pluviômetro instalado próximo ao experimento, registraram-se diariamente os volumes de Precipitação (*P*). No intervalo de 12 h após as irrigações, com o uso de uma sonda Delta-T, também se mediu o conteúdo de água no solo nas profundidades de 0,10; 0,20; 0,30 e 0,40 m, através de tubos de acesso instalados em cada tratamento estudado.

Nesse período, registrou-se também as Temperaturas Máximas (*TMax*), Mínima (*TMin*) e Média (*TMed*) e as Umidades Relativa Máxima (*UR Max*), Mínima (*UR Min*) e Média (*UR Med*) do ar por meio de dois termo-higrômetros instalados na área experimental, efetuando-se leituras sempre às 9:00 e 15:00 h do dia, visando a determinação da Evapotranspiração de Referência (*ETo*). A evapotranspiração de Referência (*ETo*) foi determinada segundo Hargreaves e Samani, seguindo metodologia contida em Mantovani et al. (2009). Material e método.

#### 4.14 Variáveis analisadas

As avaliações foram conduzidas em duas plantas, dispostas no centro de cada subparcela, garantindo o controle local.

##### 4.14.1 Parâmetros de crescimento

Aos 60 dias após o transplântio, realizaram-se avaliações do diâmetro de caule (DC, mm) medindo este a três centímetros do nível do solo com um paquímetro digital, o número de folhas (NF) e número de ramos secundários (NR).

##### 4.14.2 Parâmetros de Produtividade

A colheita teve início aproximadamente aos 6 meses após o transplântio das mudas para o local definitivo, sendo o momento ideal da colheita quando os frutos começaram a cair. Subsequentemente, os frutos eram colhidos cada vez que caíam (LIMA, 2002). As colheitas foram efetuadas pelo turno da manhã entre 7 e 8 h ou à tarde das 16 e 17 h. Os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Hidráulica e Irrigação do CCTA/UFPG em Pombal, PB, onde foi determinado o peso médio de frutos por parcela.

O feijão consorciado por sua vez foi colhido ao final de cada um dos dois ciclos de produção efetuados. A colheita era conduzida quando a maioria das vagens se encontravam secas, realizada a debulha das vagens, e determinado o peso médio da produção por hectare.

#### 4.15. Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água (EUA) ( $\text{kg mm}^{-1}$ ) foi calculada relacionando a produção de frutos (PMF) e a lâmina líquida total de água aplicada no ciclo (ITN), utilizando a seguinte expressão (SOUSA et al., 2005; GEERTS E RAES, 2009; LACERDA et al., 2009; SOUZA et al., 2011):

$$EUA = \frac{PMF}{ITN} \quad (6)$$

Em que:

PMF - produção de frutos (kg)

ITN - Lamina total de água aplicada (mm);

#### 4.16 Fator de resposta dos sistemas de cultivo á aplicação de água

Para avaliar a resposta dos sistemas de cultivo estudados ao déficit hídrico usou-se o fator de resposta da cultura ( $Ky$ ), parâmetro adimensional que determina a redução relativa do rendimento das plantas com o consumo de água, segundo DOORENBOS & KASSAM, 1979), sendo o decréscimo na produtividade relativa dado por:

$$DPR = 1 - \frac{Ya}{Ym} = Ky * \left(1 - \frac{La}{Lm}\right) \quad (7)$$

Em que:

DPR- Decréscimo na produtividade relativa

Ya- Produtividade em dada lâmina de irrigação,  $kg\ ha^{-1}$ ;

Ym- Produtividade máxima,  $kg\ ha^{-1}$ ;

Ya/Ym- Produtividade relativa, adimensional;

$1 - (Ya/Ym)$ - Decréscimo na produtividade relativa, adimensional;

La- Lâmina de irrigação aplicada que acarreta a produtividade Ya, mm;

Lm- Lâmina máxima de irrigação aplicada, mm;

La/Lm- Lâmina de irrigação relativa, adimensional;

$1 - (La/Lm)$ - Decréscimo relativo na lâmina de irrigação aplicada, adimensional;

Ky-Fator de resposta definido como o decréscimo na produtividade com relação ao decréscimo da lâmina de irrigação aplicada, adimensional.

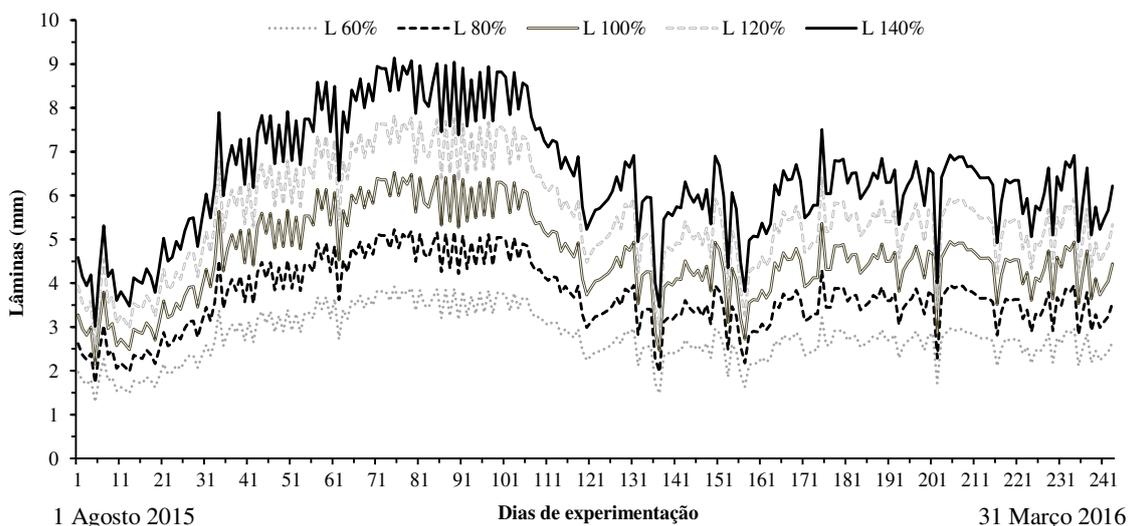
#### 4.17. Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F); em caso de efeito estatisticamente significativo dos tratamentos, as médias referentes ao fator laminas de irrigação foram submetidas a análise de regressão e para o fator sistema de cultivo as médias foram comparadas pelo Teste de Tuckey a 5% de significância, pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

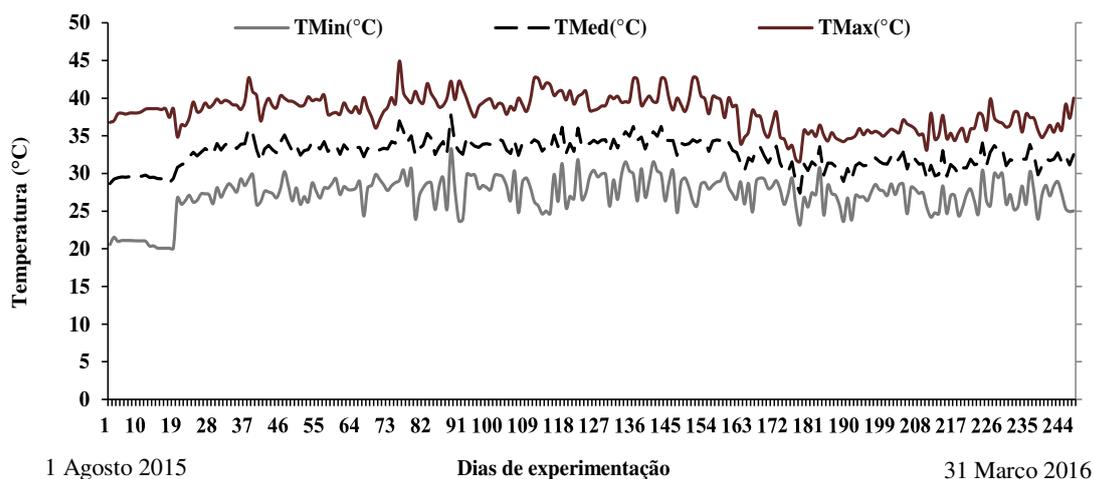
### 5.1 Lâminas de água

As lâminas de irrigação aplicadas (mm), correspondente aos conteúdos de água do solo contemplados pelos tratamentos (níveis da capacidade de campo, %) encontram-se na Figura 7. Observa-se que houve variação do volume de água aplicado em decorrência das características climáticas nos períodos de aplicação. Comparando os volumes de água total aplicado durante os 244 dias de experimentação, a menor lâmina de irrigação (L60%), diferenciou 57,14% da maior lâmina (L140%), ou seja, 516,976 mm respectivamente aplicados. As lâminas totais, correspondentes aos diferentes níveis da capacidade de campo foram: L60% = 387,731 mm, L80% = 516,975 mm, L100% = 646,219 mm, L120% = 775,463 mm e L140% = 904,707 mm.

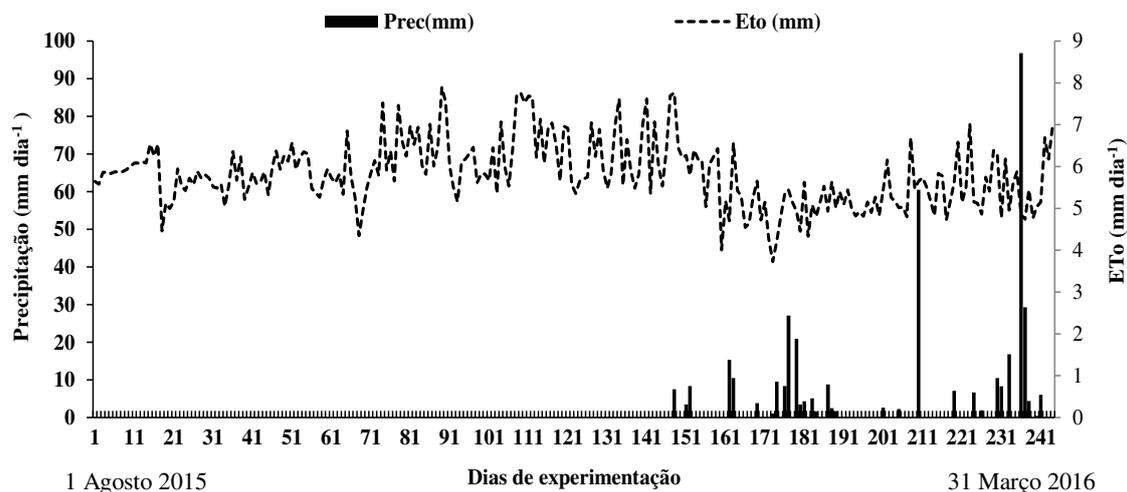


**Figura 7.** Variação das lâminas de Irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da CC) durante os 244 dias de experimento, Pombal, PB, 2015-2016

Verifica-se também na Figura 7, aumento das lâminas de água aplicadas no intervalo entre os 30 e 116 dias de experimentação, correspondente aos meses de setembro a novembro quando as temperaturas foram mais elevadas e as precipitações pluviométricas praticamente nulas. Após esse período (dezembro a março) houve redução das lâminas de irrigação devido às menores temperaturas e maiores precipitações observadas na região (Figuras 8 e 9).



**Figura 8.** Temperatura Máxima (*TMax*) ( $^{\circ}\text{C}$ ), Mínima (*TMin*) ( $^{\circ}\text{C}$ ) e Média (*TMed*) ( $^{\circ}\text{C}$ ), observadas durante os 244 dias de experimentação, Pombal- PB, 2015-2016



**Figura 9.** Evapotranspiração de referencia (*ETo*) e Precipitação (*Pre*) observadas durante os 244 dias de experimentação, Pombal- PB, 2015-2016

As demandas hídricas observadas, conforme reposições das lâminas foram influenciadas pelos fatores climáticos da região, os quais, nesse período foram extremadamente atípicos. Analisando-se as temperaturas mínima (*TMin*), média (*TMed*) e máxima (*TMin*) na área experimental (Figura 8), as maiores temperaturas foram registradas no intervalo de 32 a 161 dias após início dos tratamentos (de setembro a novembro de 2015), também esse período apresentou maior Evapotranspiração (*ETo*) (Figura 9), entre os 71 a 151 dias após inicio do experimento, isto exigiu maior aplicação de água nessa época, as plantas do maracujazeiro se encontravam em emissão dos primeiros ramos secundários (fase de floração). Durante o estudo, ocorreram

precipitações entre o final de dezembro aos dias finais de março de 2016, verificando-se um acumulado de 397,1 mm. O maior evento de precipitação foi de 96,8 mm, registrado em 23 de março de 2016. No entanto, o acumulado da precipitação foi abaixo da média.

Ao longo da condução do experimento, registrou-se um acumulado da evapotranspiração de referência (*ET<sub>o</sub>*) de 1417,94 mm nos 244 dias de experimentação sendo o máximo de 7,89 mm registrado ao final de outubro de 2015, período em que a temperatura estava mais elevada. Já a menor taxa de *ET<sub>o</sub>* foi de 3,72 mm aos 173 dias de experimentação, período em que havia ocorrido precipitações e queda nos valores de temperatura máxima.

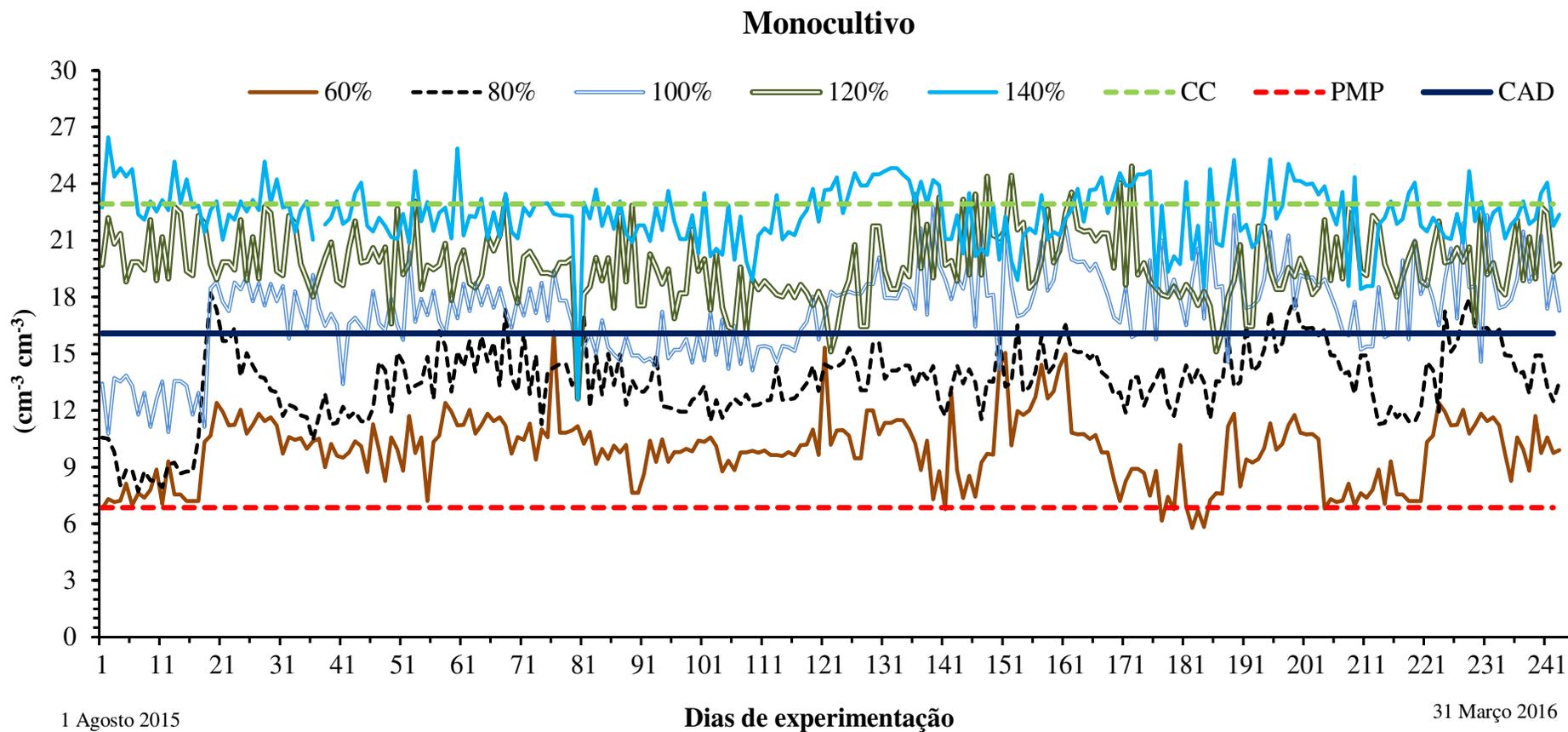
## 5.2. Variação do conteúdo de água do solo

Observe-se nas Figuras 10 e 11 respectivamente, que o conteúdo de água no solo, durante todo o experimento para ambos os sistemas de cultivo, como esperado as maiores lâminas proporcionou maior conteúdo de água no solo e as menores lâminas de irrigação menor conteúdo. Apesar dos cultivos receberam as mesmas lâminas de irrigação, o monocultivo apresentou uma superioridade em relação ao consórcio em todos os conteúdos de água do solo correspondentes às lâminas de água aplicadas. Provavelmente, ocorreu maior consumo hídrico no sistema de consórcio, devido o aumento de plantas por área. A umidade no solo proporcionada pelas lâminas de 140 e 120% apresentaram valores próximos à capacidade de campo ( $22,93 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), em ambos os sistemas de cultivo. A lâmina de 140% da CC proporcionou um maior conteúdo de água do solo, como era esperado devido o maior volume de água aplicado. No cultivo consorciado, a umidade no solo correspondente às lâminas de 80 e 60% da CC, encontram-se mais próximas do ponto de murcha permanente ( $6,85 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), que no sistema de monocultivo.

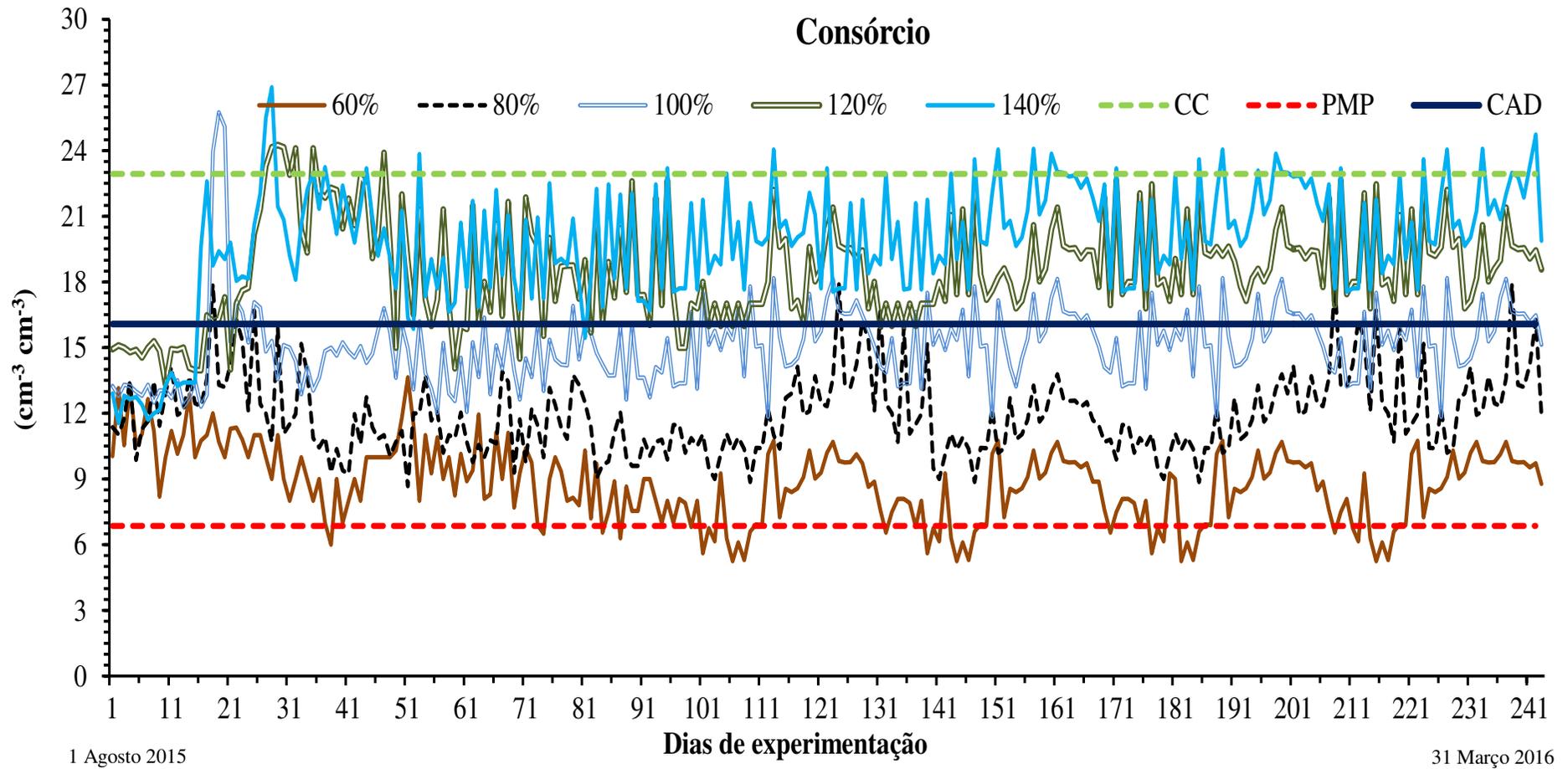
O aumento do conteúdo da água no solo no cultivo nos intervalos entre: 151-161; 186-202 e 223-236 dias de experimentação foram devido as ocorrência das precipitações nesses períodos. Vale ressaltar que nos períodos que ocorreram as precipitações, as variações do conteúdo da água no solo se diferenciaram, pois não houve um aumento significativo na umidade no solo ao ponto de atingir a capacidade de campo em todos os tratamentos, em razão dos volumes baixos e dos intervalos entre as precipitações. Após as ocorrências das precipitações, o conteúdo de água no solo diminuía a ponto de não esta representando os níveis dos tratamentos, realizou-se

aplicação das lâminas de irrigação corresponde aos tratamentos, desta forma garantindo os níveis de conteúdo de água no solo exigidos em cada tratamento.

A lâmina de água correspondente a 60% da capacidade de campo resultou numa umidade próxima ao ponto de murcha permanente em ambos os sistemas de cultivo, isto afetou, provavelmente o número de folhas das plantas e a produtividade do maracujazeiro amarelo. O déficit hídrico proporcionado com as menores lâminas de água aplicadas pode ter sido agravado com temperatura e evapotranspiração elevadas na região. A isto se somam as características do solo (textura arenosa) utilizado, o qual, a retenção de água menor.



**Figura 10.** Variação dos perfis de umidade média do solo no intervalo de profundidade de 0-40 cm em função das lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da Capacidade de Campo) aplicadas no monocultivo de maracujá durante 244 dias de experimentação (Primeiro Ciclo), Pombal, PB, 2015-2016



**Figura 11.** Variação dos perfis de umidade média do solo no intervalo de profundidade de 0-40 cm em função das lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da Capacidade de Campo) aplicadas no Sistema de Cultivo consorciado durante 244 dias de experimentação (Primeiro Ciclo), Pombal, PB, 2015-2016

## 5.2 Efeitos dos tratamentos nas Variáveis Analisadas

De acordo com a análise de variância (Tabela 4), não houve efeito significativo para lâmina de irrigação no diâmetro do caule e número de ramos em ambos os sistemas de cultivo. Os sistemas de cultivos maracujazeiro solteiro e consorciado com feijão caupi não afetaram estatisticamente o crescimento da cultura, a produção nem a eficiência do uso da água de irrigação. Não significância também foi encontrada para a interação entre os tratamentos lâmina de água x sistema de cultivo.

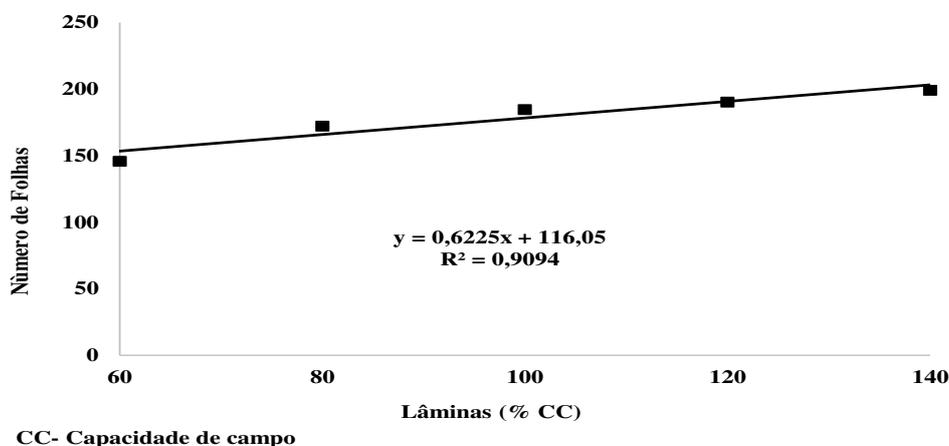
**Tabela 4.** Análise de variância para o crescimento [número de folha (NF), diâmetro do caule (DC - mm) e número de ramos secundários (NR)], produção em kg há<sup>-1</sup> por parcela e eficiência do uso da água (EUA) do maracujazeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação e sistema de cultivo

FV	GL	DC	NF	NR	PROD	EUA
				Quadrado Médio		
Bloco	3	12.7718	899.7096	14.9215	1.1027	8.1945
Lâminas (L)	4	0.9556 <sup>ns</sup>	3428.3740*	6.9310 <sup>ns</sup>	6.9012**	155.1955**
Regressão linear	1	1.0324 <sup>ns</sup>	9737.5202*	26.7961 <sup>ns</sup>	26.5653**	571.8103**
Regressão quadrática	1	1.0282 <sup>ns</sup>	650.7644 <sup>ns</sup>	0.0022 <sup>ns</sup>	0.2624 <sup>ns</sup>	47.8067**
Erro 1	12	1.9464	709.1263	3.5753	0.4951	3.6631
Sistema (S)	1	1.7312 <sup>ns</sup>	1183.7440 <sup>ns</sup>	0.0722 <sup>ns</sup>	0.1528 <sup>ns</sup>	0.0789 <sup>ns</sup>
Inteiração L x S	4	3.0035 <sup>ns</sup>	1417.3240 <sup>ns</sup>	4.0335 <sup>ns</sup>	0.7720 <sup>ns</sup>	5.4022 <sup>ns</sup>
Erro 2	15	3.5525	601.8313	4.0712	1.0702	6.5903
CV 1 (%)		6.96	14.95	22.76	10.26	9.24
CV 2 (%)		9.40	13.78	24.29	15.09	12.40
Media		20.04	178.06	8.30	6.85	20.70

<sup>ns</sup>, \*\* e \* , não significativo e significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ , respectivamente pelo teste F.

### 5.2.1 Números de folhas

Observando-se a curva de regressão (Figura 12), verificou-se que o incremento das lâminas de irrigação favoreceu um aumento no número de folhas de forma linear.



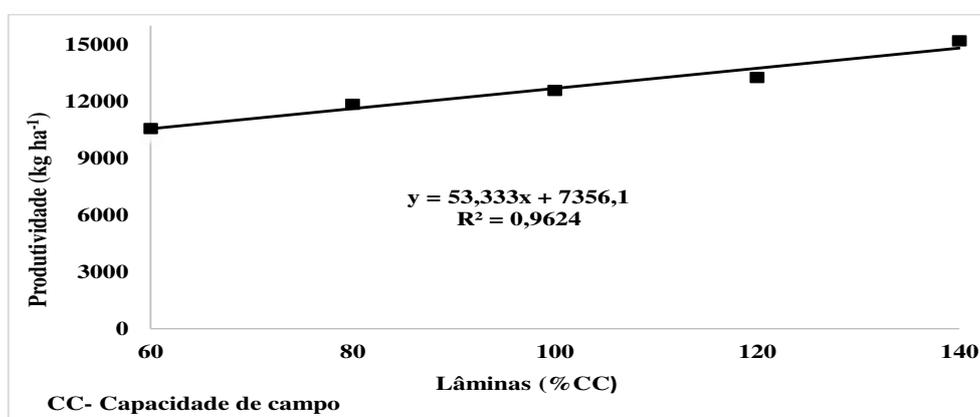
**Figura 12.** Número de folhas aos 60 DAT do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação

As plantas submetidas á lâmina de 60% da capacidade de campo, apresentaram menor número de folhas, com redução de 26,75% comparada á lâmina de 140% da capacidade de campo, a qual promoveu o maior número de folhas (Figura 12).

Possivelmente a baixa umidade constante no solo reduziu a emissão de folhas ou mesmo ocasionou abscisão das folhas. É constatado que o déficit hídrico pode afetar a eficiência com que os fotoassimilados são convertidos para o desenvolvimento de partes novas na planta (JORDAN, 1983). Santos e Carlesso (1998) e Sousa e Borges (2011) indicam que a queda das folhas do maracujazeiro e conseqüentemente a produção de folhas pode ser ocasionada por baixa umidade no solo. Um déficit hídrico pode reduzir o número de folhas por planta, devido a redução da longevidade das folhas (ANJUM et al., 2011). De acordo com Menzel et al. (1986) o estresse hídrico influencia nas características morfológicas efeito importante é observado na área foliar, diminuindo a proporção de folhas, hastes mais finas, gavinhas mais curtas. O estresse contínuo de umidade apresenta senescência das folhas basais (esta se torna amarelas e quedas prematuramente). Resultados semelhantes foram encontrados por Nogueira et al. (2014) os quais afirmaram que o número de folhas do maracujazeiro, aumentou de forma linear em função das lâminas de irrigação, aos 190 e 210 DAT; relatam também que é bastante difícil encontrar na literatura informações sobre o número de folhas do maracujazeiro amarelo em função de níveis de irrigação.

### 5.2.2 Produtividade

Observa-se na curva de regressão (Figura 13), que para ambos sistemas de cultivo há aumento linear da produtividade do maracujazeiro amarelo em função das lâminas de irrigação aplicadas.



**Figura 13.** Produtividade do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação durante o primeiro ciclo

O acréscimo no volume de água proporcionou maior conteúdo de água no solo, favorecendo a produção de frutos. Gondim et al. (2009) e Carvalho et al. (2010) corroboram com estes resultados, indicando que o incremento da lâmina de água eleva a produção do maracujazeiro amarelo. Santos e Carlesso (1998) concluíram que o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para as camadas mais profundas e úmidas do perfil do solo; assim, plantas sob adequada irrigação normalmente apresentam menor adaptação à deficiência hídrica, no solo, que plantas submetidas a déficit gradual. Uma limitação de água no período de pré-florescimento afeta o desenvolvimento das estruturas vegetativas das plantas, diminuindo a capacidade de produção de fitomassa. Menzel et al. (1986) demonstraram que o déficit hídrico reduziu a produção de nós e o alongamento dos internódios, correlacionando com a diminuição no número de botões e de flores, refletindo no baixo rendimento.

Na Tabela 5 encontra-se a produtividade do maracujazeiro cultivado em solteiro e consorciado com feijão caupi submetidos a diferentes lâminas de irrigação.

**Tabela 5.** Produtividade do maracujazeiro amarelo em sistemas de monocultivo e consorcio com feijão caupi, submetidos a diferentes lâminas de irrigação

<b>Maracujazeiro Solteiro (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
<b>Lâminas</b>	60% CC	80% CC	100%CC	120%CC	140%CC
<b>Produtividade</b>	10.778,00	12.131,00	12.730,00	12.152,00	15.082,00
<b>Maracujazeiro Consorciado (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
<b>Lâminas</b>	60% CC	80% CC	100%CC	120%CC	140%CC
<b>Produtividade</b>	10.356,00	11.559,00	12.430,00	14.367,00	15.304,00

A lâmina de irrigação referente a 60% da capacidade de campo proporcionou no maracujá solteiro a menor produtividade (10.778,00 kg ha<sup>-1</sup>), com redução de 30,44% em relação á lâmina de 140% (15.082,00 kg ha<sup>-1</sup>). A maior produtividade, atingida com a lâmina de 140% da CC, foi superior à média nacional que é de 13,49 t ha<sup>-1</sup>, ultrapassando também a média do estado da Paraíba e da região do sertão paraibano com 9,49 t ha<sup>-1</sup> e 9,33 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2017).

Carvalho et al. (2010) em estudo com maracujazeiro amarelo em função da aplicação de diferentes lâminas de irrigação (357; 257; 255 e 193 mm por planta ano<sup>-1</sup>), mais precipitação de 1.902 mm durante o estudo, a produção não se diferenciou entre os tratamentos, obtendo produção comercial em média de 75,28 t ha<sup>-1</sup>. Nogueira et al., (2014) obteve uma produtividade máxima de 27,05 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> com a aplicação da lâmina de irrigação de 763,80 mm, equivalente a 120% da ETo em condições de

semiárido em 2 meses de colheita. Sousa et al. (2003) encontraram maior produtividade do maracujazeiro (40.989, 47 kg há<sup>-1</sup>) com a aplicação de 944, 22 mm e afirmam que altas produtividades podem ser atingidas com aplicação entre 1.528, 20 e 2.117, 28 L de água por planta por ano.

Quando comparado o cultivo de maracujazeiro consorciado com feijão caupi com o cultivo solteiro obteve semelhantes produtividades, sendo diferente apenas na lâmina de 120% (Tabela 5), quando foi verificada a maior diferença entre as produtividades, mas não relevante visto que não observou diferença significativa entre os sistemas. Assim, as lâminas de irrigação parecem ser a causa das diferenças entre os resultados das produtividades do maracujazeiro.

No estudo de Carvalho (1989), o feijão consorciado com maracujazeiro, obteve produção de 670,58 kg ha<sup>-1</sup> isto tendo duas fileiras de feijão dispostas entre as linhas do maracujazeiro, indica que as populações de feijoeiro não prejudicaram a produtividade do maracujá, mostrando que este não sofreu concorrência com a leguminosa, relatando ainda que as ervas daninhas concorreram mais com o maracujazeiro que o feijão em consórcio. Prado et al. (2016) confirmam que no consorcio entre o feijão e o maracujazeiro, o feijão não prejudica o desenvolvimento do maracujazeiro.

A produtividade do feijão caupi consorciado com maracujazeiro, os dois ciclos de produção do feijão, submetido às diferentes lâminas de irrigação, é apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6.** Produtividade do feijão caupi consorciado com maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação

Lâminas	Feijão Caupi (kg ha <sup>-1</sup> )				
	60% CC	80% CC	100%CC	120%CC	140%CC
<b>Produtividade</b>	2.1055	2.2300	4.6341	6.4614	6.6876

Em estudos com feijão caupi, Moreira et al. (2016), trabalhando na mesma área do presente estudo, avaliando genótipos de feijão-caupi sob influência de lâmina de irrigação de 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) obtiveram a maior produtividade (3.000 kg ha<sup>-1</sup>), quando irrigado com 120% de ET<sub>r</sub>, o que equivaleu a uma lâmina de irrigação de 407,2 mm no ciclo de produção. Tagliaferre et al. (2013), evidenciaram que as lâminas de irrigação proporcionaram efeitos significativos na produtividade do feijão caupi da variedade Guaribas, estimando que a lâmina em torno de 426,21 mm pode proporcionar uma produtividade de 2820,03 kg ha<sup>-1</sup>.

Vale ressaltar que o consórcio apresenta vantagem devida que o sistema consorciado tem a produção do maracujazeiro e do feijão caupi, em quanto que no sistema de maracujá solteiro, só tem a produção do maracujá. Assim, o uso do consórcio poderá ser economicamente, uma adequada alternativa financeira para o pequeno produtor. Uma análise econômica do consórcio contemplará custos e benefícios deverão ser analisados utilizando índices econômicos tais como a relação custo/benefício, taxas internas de retorno, etc.

### 5.2.3 Fator de resposta dos sistemas de cultivo á aplicação de água

Na Tabela 7, são apresentados os dados relativos á vulnerabilidade dos sistemas de cultivo do maracujazeiro consorciado com feijão caupi e em solteiro com redução da aplicação de água.

As respostas dos sistemas á redução da aplicação de água é quantificada através do fator de resposta da cultura ( $K_y$ ), em relação a produtividade dos sistemas de cultivo ( $Y_a/Y_m$ ), com o decréscimo da aplicação da água relativa ( $1 - ET_a/ET_m$ ).

**Tabela 7.** Relações das produtividades dos sistemas de cultivo á redução da aplicação de água (fator de resposta -  $K_y$ ), do maracujazeiro consorciado com feijão caupi e monocultivo sob diferentes lâminas de irrigação

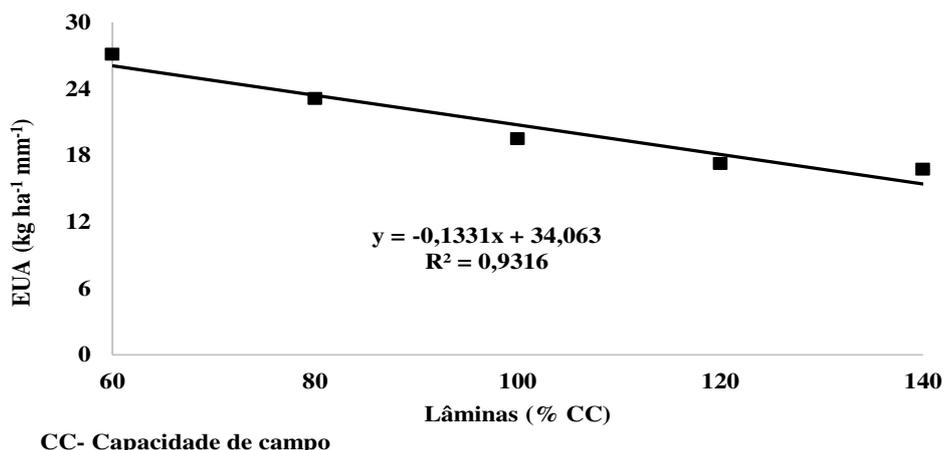
Lâmina Total (mm)	387,731	516,975	646,219	775,463	904,707
	$K_y$				
<b>Consórcio</b>	0.565814	0.570955	0.657306	0.42866	0
<b>Monocultivo</b>	0.49938	0.456449	0.390078	1.359743	0

Nos sistemas de cultivo, as lâminas que apresentaram a menor redução da produtividade relativa (menor fator  $K_y$ ), foram ás lâminas de  $L_{120\%} = 775,463$  mm para o consórcio e  $L_{100\%} = 646,219$  mm para o monocultivo. No caso do monocultivo com 120% da CC a redução foi muito alta. O valor de  $K_y > 1$  obtido na lâmina de 775,463 mm (120% CC) no monocultivo deve-se ao resultado da produtividade atingida. As demais lâminas apresentaram  $k_y < 1$  para ambos os sistemas.

A queda da produtividade torna-se proporcionalmente menor ao se aumentar o déficit hídrico para culturas, tais como: alfafa, amendoim e beterraba açucareira (culturas com  $k_y < 1$ ) e, proporcionalmente, maior para culturas como banana, milho e cana-de açúcar.

### 5.3 Eficiência do uso da água (EUA)

A eficiência do uso da água de irrigação do maracujazeiro diminuiu linearmente com o aumento do volume de água aplicada (Figura 14), evidenciando-se que o aumento da produtividade em função ao aumento do volume de água aplicada não potencializou o uso desta. Poder-se dizer assim, que aplicações de altos volumes de água não foram relevantes para adquirir ganhos expressivos na produção de frutos para se obter uma alta eficiência no uso de água pela cultura.



**Figura 14.** Eficiência do uso de água do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes lâminas de irrigação

Sousa et al. (2005) observaram também que a eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo foi reduzida com o aumento do volume de água aplicado.

Comparando as produtividades do maracujazeiro, a lâmina de irrigação de L60% e a de L140% observa-se uma diferença de 4,6 t há<sup>-1</sup>, ou seja, a cada incremento unitário na lâmina de irrigação houve um aumento de 0,057 t há<sup>-1</sup> na produtividade. Analisado as relações entre os incrementos das lâminas de irrigação e as produtividades adquiridas de cada tratamentos respectivamente, o volume de água aplicado entre L60% (387,731 mm) e L80% (516,975 mm) proporcionou um aumento de 0,064 t há<sup>-1</sup>, já no intervalo de L80% para L100% (646,219 mm) aumentou em torno de 0,036 t há<sup>-1</sup> e no de L100% para a L120% (775,463 mm) aumentou 0,034% t há<sup>-1</sup> não havendo um aumento relevante da produtividade. Já entre as lâminas de L120% e L140% (904,707 mm) houve um aumento de 0,096 t há<sup>-1</sup>. Apesar de superar os demais dados, não houve ganhos expressivos em relação ao volume de água aplicado, comprovando assim a redução do uso eficiente da água.

## **6.0 CONCLUSÕES**

As lâminas de irrigação avaliadas influenciaram o número de folhas, a produtividade do maracujazeiro amarelo e a produção do feijão caupi. As maiores produtividades de ambas as culturas foram obtidas com o tratamento de maior volume de água aplicado.

O sistema de cultivo utilizado para o maracujazeiro amarelo, solteiro e consorciado com feijão caupi, não influenciaram o crescimento, produtividade e eficiência de uso da água pelo mesmo.

Embora a produção do maracujazeiro consorciado não foi estatisticamente diferente da produção em monocultivo, a produção complementar que o feijão nesse sistema de cultivo fez com que a consorciação do maracujazeiro amarelo com feijão seja uma alternativa econômica para agricultores familiares.

A eficiência do uso de água pelo maracujazeiro amarelo diminuiu com o aumento das lâminas de irrigação aplicadas, sendo assim a maior eficiência no uso da água foi obtida quando o maracujazeiro amarelo foi irrigado com uma lâmina de água aplicada equivalente a 60% da capacidade de campo.

## 7.0 REFERÊNCIAS

ALADOS, C. L.; PUIGDEFABREGAS, J.; MARTINEZ-FERNANDEZ, J. Ecological and socio-economical thresholds of land and plant-community degradation in semi-arid Mediterranean areas of southeastern Spain. *Journal of Arid Environments*, London, v. 75, n. 12, p. 1368-1376, 2011.

ARAÚJO, F. P. de. Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no semi-árido brasileiro. Botucatu, 2007. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007, 94 f.

ARAÚJO, D. da C.; SÁ, J. R. de; LIMA, E. M. de; CAVALCANTE, L. F.; BRUNO, G. B.; BRUNO, R. de L. A.; QUEIROS, M. S. de. Efeito do volume de água e da cobertura morta sobre o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande- PB, v.4, n.1, p.121-124, 2000.

ARAÚJO, H. F. de.; COSTA, R. N. T.; CRISÓSTOMO, J. R.; SAUNDERS, L. C. U.; MOREIRA, O. da C.; MACEDO, A. B. M. Produtividade e análise de indicadores técnicos do maracujazeiro-amarelo irrigado em diferentes horários. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* Campina grande, v.16, n.2, p.159–164, 2012.

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultório e Comércio, 2006, 520p.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. Agricultura tropical: Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília-DF, Editora Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 2008.

ANDRADE. J. A. de; NUNES, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. *Revista Espinhaço*, v. 3 n.2, p.28-39, 2014.

ANDRADE, L. R. M. Cobertura de Solos em Pomares de Maracujazeiro. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. Distrito Federal. n. 55, p.7, 2002.

ANDRADE NETO, R.C.; NEGREIROS, J. R. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, K. P.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S.; ALMEIDA, U. O.; RIBEIRO, A. M. A. S. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro-amarelo cvs. BRS gigante amarelo e BRS sol do cerrado. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 12p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 187).

ANDRADE NETO, R. de C.; RIBEIRO, A. M. A. de S.; ALMEIDA, U. O. de; Negreiros, J. R. da S. Caracterização química, rendimento em polpa bruta e suco de diferentes genótipos de maracujazeiro azedo. I ENAG, Bananeiras-PB, 2015.

ANJUM, S. A.; XIE, X.; WANG, L.C.; SALEEM, M. F.; MAN, C.; LEI, WANG. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, v. 6, n. 9, p. 2026-2032, 2011.

BLANCO, F. F.; CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; VELOSO, M. E. da C.; NOGUEIRA, C. C. P.; DIAS, N. da SILVA. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.5, p.524-530, 2011.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; NETO, F. das C. V. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. *Scientia Plena*, V. 5, N. 5, p.1-12, 2009.

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of passion fruit (*passiflora edulis sims*): a review *expl agric.* (2013), v. 49 N. p. 585–596, Cambridge University Press, 2013.

CAVALCANTE, J. F. B. Avaliação do crescimento vegetativo de plantas de girassol, feijão e milho em sistema solteiro e consorciado em diferentes níveis de água. 2014. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2014.

CARVALHO, C. M. de; VIANA, T. V. de A.; MARINHO, A. B.; LIMA JÚNIOR, L. A. de; VALNIR JÚNIOR, M. Pinhão-manso: Crescimento sob condições diferenciadas de irrigação e de adubação no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande-PB v.17, n.5, p.487–496, 2013.

CARVALHO, J. de. A.; KOETZ, M.; SOUSA, ALEXANDRE M. G. de.; SOUZA, K. J. de. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo irrigado sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido e natural. *Eng. Agríc. Jaboticabal*, v.30, n.5, p.862-874, 2010.

CARVALHO, A. J. C. DE.; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I. Produtividade e qualidade dos frutos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.35, n.6, p.1101-1108, jun. 2000.

CARVALHO, E. F. de. Cultura associada de feijão com maracujá- efeitos de densidades populacionais do feijoeiro. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 20, n.1, p.185-190, 1989.

COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. de. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. *Ciênc. agrotec*, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.

COIMBRA, K. G.; PEIXOTO, J. R.; SOUSA, M. A. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. produtividade e qualidade de frutos de progênies de maracujazeiro-azedo cultivados no distrito federal. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p. 1121-1128, 2012.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. Vitória, Incaper, 2008. 56 p. (Incaper. Documentos, 162).

COSTA, E. L. da; SOUSA, V. F. de; NOGUEIRA, L. C.; SATURNINO, H. M. Irrigação da cultura do maracujazeiro. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p.59-66, 2000.

COSTA, M. M.; BONOMO, R.; JÚNIOR, D. G. DE S.; FILHO, R. R. G.; RAGAGNIN, V. A. Produção do maracujazeiro amarelo em condições de sequeiro e irrigado em JATAÍ – GO. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada- INOVAGRI, Fortaleza, CE, v.3, n.1, p.13–21, 2009.

DAMASCENO, M. de F. B.; MENDES, L. M. S. Análise dos usos múltiplos e impactos ambientais em área rural: açude do rio Caxitoré – CE. Geosaberes, Fortaleza, v. 6, n.3, p. 253 – 259, 2016.

DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V. de.; SILVA, L. F. D. da.; SILVA, P. F. da.; SANTOS, C. S. dos. Desempenho de sistema de irrigação por gotejamento em áreas de pequenos produtores do semiárido paraibano. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 681-688. 2013.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper NO.33, FAO, Rome, Italy.1979.

FERNANDES, D. Á, ARAÚJO, M. M. V, CAMILI, E. C. crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. Revista de Agricultura, v.90, n.3, p.229 -236, 2015.

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

FERREIRA, G. Propagação do maracujazeiro. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p.18-24, 2000.

FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.5, n.1, p.102-110, 2010.

FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. DE L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

FREIRE, J. L. O.; F. CAVALCANTE, L.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; S. VIEIRA, M. Crescimento do maracujazeiro amarelo sob estresse salino e biofertilização em ambiente protegido contra perdas hídricas. Revista Holos, v. 4, p. 55-68, 2012.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca II. Produtividade e componentes agrônômicos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 7, p. 481-488, 1996.

GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V. B.; MESQUITA, E. F. de; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. Revista Caatinga, Mossoró, v.22, n.4, p.100-107, 2009.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BORDUCCHI, A.S.; SARRUGE, J.R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. Anais da ESALQ, Piracicaba, n.30, p.267-279, 1973.

HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. de O.; FERREIRA, E. A.; MELO, P. C. de. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. Rev. Bras. Frutic, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 763-770, 2009.

HEINZE, B.C.L. A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da região nordeste do Brasil. Brasília, 2002. 70 p. Monografia (Curso MBA em gestão sustentável da agricultura irrigada) ECOBUSINESS SCHOOL/FGV.

HOLANDA, A. C. de; SANTOS, R. V. dos; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. Revista de biologia e ciências da terra, v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Produção Agrícola Municipal, 2017. Disponível <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>> Acessado em: 09/12/2018.

JÚNIOR, A. W.; SANTOS, C. E. M. dos; SILVA, J. O. da C.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MAZARO, S. M. Densidade de sementes de três espécies de maracujazeiro na emergência e desenvolvimento inicial das plântulas. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v.17, n. 3-4, p. 359-364, 2011.

JORDAN, W.R. Whole plant response to water deficits: An overview. In TAYLOR, H.M., JORDAN, W.R., SINCLAIR, T.R. Limitations to efficient water use in crop production, Madison: ASA, CSSA, and SSA, 1983. p.289-317.

KOETZ, M. Maracujazeiro-amarelo: cultivo protegido e natural, irrigação e adubação potássica. Tese (Doutorado) – UFLA, Lavras : UFLA, 2006. 119 p.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. 1. ed. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia (ESALQ/USP). 1995. 497p.

LIMA, D. DE A. et al., Cultivos intercalares e controle de plantas daninhas em plantios de maracujá-amarelo. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 711-713, 2002.

LIMA, E. R. Consórcio de cártamo e feijão Caupi: alternativa para a produção de biodiesel na agricultura familiar. 2015. 67f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MACIEL, A. D.; ARF, O.; SILVA, M. G. da.; SÁ, M. E. de.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; Bianchini Sobrinho, E. Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 273-278, 2004.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D. de. O.; PAULINO, M. A. de. O.; BARBOSA, F. S.; MARTINS, E. R.; COSTA, C. A. da. Uma leitura sobre a perspectiva do cultivo consorciado. *Unimontes Científica*, Montes Claros, v.12, n1/2, 2010.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S; PALARETTI, L. F. Irrigação: princípios e métodos, 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 355 p. 2009.

MANICA, I. Fruticultura tropical: maracujá. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 151p.

MANZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; PRINCE, G. H. Effect of foliar applied nitrogen during winter on growth, nitrogen content and production of passionfruit. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.28, p.339-346, 1986.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v. 13, 2011. Campina Grande – PB, 40 p.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias estratégicas*, Brasília- DF, n.27, p.149- 176, 2008.

MARTINS, D.P. Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *favicarpa* Deg.) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio. Campos dos Goytacazes: UENF, 1998. 84p. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998.

MELETTI, L. M. M.; SANTOS, R. R. dos; MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar 'composto IAC-27'<sup>1,2</sup>. *Scientia Agricola*, v.57, n.3, p.491-498, jul./set. 2000.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal* - SP, Volume Especial, p.83-91, 2011.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; DOWLING, A. J. Water relations in passion fruit: effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient uptake. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, NL, v. 29, p. 239-349, 1986.

MERRIAN, J.L.; KELLER, J. Form irrigation system evaluation a guide for management. Logan Agricultura lan Irrigation Engineering Department, 1978, 271p.

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

NAE - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Mudança de Clima, v. 1: Negociações internacionais sobre a mudança de clima; vulnerabilidade, impactos e adaptação á mudança de clima. Cadernos NAE, NAE-SECOM 2005. Brasília, 250 p.

NOGUEIRA, E.; GOMES, E. R.; SOUSA V. F. de; SILVA, L. R. A. da; BROETTO, F. Coeficiente de cultivo e lâminas de irrigação do maracujazeiro amarelo nas condições semiáridas. I INOVAGRI International Meeting, Fortaleza- CE, 2014.

OLIVEIRA, G. X. S. et al. Relações entre transpiração máxima, evapotranspiração de referência e área foliar em quatro variedades de mangueira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 20-27, 2009.

OLIVEIRA, E.Q.; BEZERRA NETO, F.B.; NEGREIROS, M.Z.; BARROS JÚNIOR, A.P.; FREITAS, K.K.C.; SILVEIRA, L.M.; LIMA, J.S.S. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.2, p.285-289, 2005.

PASSOS, A. M. Potencial benéfico da inoculação micorrízica em maracujazeiro do mato (*Passiflora Cincinnata* Mast.) em consórcio com feijão caupi [*Vigna Unguiculata* (L.) Walp.] em campo. Dissertação (Pós-graduação em agronomia – Produção vegetal), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, f 92. Petrolina-PE, 2016.

PAZ, V. P. da. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONCA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista. Bras. Eng. Agríc. Ambiente. 2000, vol.4, n.3, p. 465-473.

PINTO, C. de. M.; PITOMBEIRA, J. B.; SOUZA, A. dos. S.; VIDAL NETO, F. das. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; BEZERRA, A. M. E. Configuração de fileira no consórcio mamona x girassol: Produtividade e seus componentes. - Revista Brasileira de Ciências, Recife- PE, v.8, n.1, p.33-41, 2013.

PIRES, M. de M.; SÃO JOSÉ, A. R.; CONCEIÇÃO, A. O. da. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade Ilhéus-Bahia Editora da UESC, P. 237 2011.

POSSE, R. P. Determinação dos coeficientes da cultura (kc), de produtividade (ky), da área foliar e feito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões Norte e Noroeste Fluminense. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – 2008. 197 f.

PRADO, B. O.; VIEIRA, N. M. B.; FERREIRA, A. P.; CORREA, G. A. Sistemas de produção de feijão intercalado com maracujazeiro em formação. 8ª jornada científica e tecnológica do IF sul de minas, 5º simpósio de pós-graduação. 2016.

REBOUÇAS, A. da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos avançados. V.11 n.29, 1997.

ROSA, R. C. C.; MONNERAT, P. H.; SANTOS, A. L.; PIRES, A. A.; PINHO, L. G. R.; MARTINS, A. O. Doses de nitrogênio e potássio em fertirrigação em maracujazeiro amarelo consorciado com coqueiro-anão verde, na região norte fluminense. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 113-116, 2006.

RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 5-9, 2000.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C. de; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. da; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de P. Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64p.(FrupeX. Publicações Técnicas, 19).

SANTOS, R. F. & CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.2, n.3, p.287-294,1998.

SILVA, A. A. G. da. Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavica* Deg.): aspectos relativos à fenologia, demanda hídrica e conservação pós-colheita Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas-Botucatu, 2002. 98 f.

SILVA, R. M. da. Produção de mudas de maracujá-amarelo com diferentes tipos de enxertia e uso da câmara úmida. Dissertação de mestrado. Mossoró, 2012. P 59f.

SILVA, T. J. A. da; FOLEGATTI, M. V.; SILVA, C. R. da; JÚNIOR, J. A.; PIRES, R. C. de M. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do maracujazeiro amarelo conduzido sob duas orientações de plantio. Irriga, Botucatu-SP, v. 11, n. 1, p. 90-106, 2006.

SILVA, A. A. G.; KLAR, A. E. Demanda hídrica do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavica* Deg.). Irriga, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 185- 190, 2002.

SOARES, R. B.; CAMPOS, K. C. Uso e disponibilidade hídrica no Semiárido do Brasil. Revista de política agrícola, n. 3, 2013.

SOUSA, V. F. de; FOLEGGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S.; BATISTA, E. C. Níveis de irrigação e doses de potássio sobre os teores foliares de nutrientes do maracujazeiro amarelo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.12, n.1, p.41-46, 2008.

SOUSA, V. F. de; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; VIANA, T. V. de A. Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.3, p.302-306, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. 2005.

SOUSA, V. F. de; FOLEGATTI, M. V., FRIZZONE, J. A; CORRÊA, R. A. de L.; VIANA, T. V. A. Umidade do solo na zona radicular do maracujazeiro cultivado sob irrigação localizada. *Engenharia Agrícola*, v.26, n.2, p. 365-373, 2006.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V., FRIZZONE, J. A; CORRÊA, R. A.L.; VIANA, T. V. A. Produtividade do maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio via fertirrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.4, p 497-504, 2003.

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

SOUZA, M. do. S. M. de.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. de A.; TEÓFILO, E. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Evapotranspiração do maracujá nas condições do vale do curu. *Caatinga*, Mossoró, v.22, n.2, p.11-16, 2009.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, T. J.; SANTOS, LUCAS da COSTA.; SANTOS NETO, I. J. dos; ROCHA, F. A.; PAULA, A. de. Características agrônômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 60, n.2, p. 242-248, 2013.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. de; SILVA, A. B. da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. *Revista OKARA: Geografia em debate*, João Pessoa, v.7, n.1, p. 147-164, 2013.

VASCONCELLOS, M. A. S.; DUARTE FILHO, J. Ecofisiologia do maracujazeiro. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 25-28, 2000.