



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG  
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – UAGRA  
CURSO DE AGRONOMIA

ERLLAN TAVARES COSTA LEITÃO

**EFICIENCIA FOTOQUÍMICA DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB ESTRESSE  
HÍDRICO E CONSORCIADO COM FEIJÃO CAUPI**

POMBAL - PB  
DEZEMBRO DE 2017

ERLLAN TAVARES COSTA LEITÃO

**EFICIENCIA FOTOQUÍMICA DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB ESTRESSE  
HÍDRICO E CONSORCIADO COM FEIJÃO CAUPI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, em cumprimento às exigências legais como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. João Batista dos Santos

POMBAL - PB  
DEZEMBRO DE 2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON

L533e

Leitão, Erlan Tavares Costa.

Eficiência fotoquímica do maracujazeiro amarelo sob estresse hídrico e consorciado com feijão caupi / Erlan Tavares Costa  
Leitão. – Pombal, 2018.

25f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e  
Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. João Batista dos Santos".

1. Maracujazeiro amarelo. 2. Cultivo consorciado. 3. Estresse hídrico. 4. Irrigação. 5. Região semiárida. I. João Batista dos Santos. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 634.776.3 (043)

ERLLAN TAVARES COSTA LEITÃO

**EFICIENCIA FOTOQUÍMICA DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB ESTRESSE  
HÍDRICO E CONSORCIADO COM FEIJÃO CAUPI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>o</sup>. Dr. João Batista dos Santos (Orientador)  
UAGRA / CCTA / UFCG

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Jussara Silva Dantas (Examinadora)  
UAGRA / CCTA / UFCG

---

Msc. Carlos Jardel Andrade Oliveira (Examinador)  
CCA / UFPB

POMBAL - PB  
DEZEMBRO DE 2017

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família que tanto me apoiou, ajudando-me durante todo o curso e nos momentos em que mais precisei especialmente a minha mãe Teresinha Tavares Leitão Pereira e meu pai Ernande Costa Pereira, minha irmã Ederllany e meu irmão Ernandes, além dos tios e tias que sempre acompanharam minha jornada juntamente com meus avôs. Amo vocês e sei que é recíproco. Obrigado por tudo.

Agradeço ao querido professor Marcos Eric Barbosa Brito por ter sido meu primeiro orientador e ter me dado à chance de participar da equipe “Irrigando o Semiárido”, na qual dei meus primeiros passos nesta carreira acadêmica, conhecendo diversos amigos e colegas durante todo percurso, são tantos que não caberiam nestes agradecimentos.

Gostaria de agradecer também ao meu atual orientador João Batista dos Santos pela paciência e apoio durante esta jornada, assim como, ao amigo Josivalter Farias que foi meu primeiro parceiro neste caminho universitário, as amigas Lucimere Xavier e Janiny Abrantes por estarem comigo ao longo da descoberta da universidade.

Com carinho lembro e agradeço aos meus amigos Jaciel Santos e Michel Douglas que tiveram a paciência de me instruir na difícil vida acadêmica e social além das horas de conversas, companhias e infindáveis risadas não tenho como expressar o quanto sou grato; amo muito vocês.

Sou grato aos colegas com os quais estudei durante toda a minha graduação, compartilhando momentos e experiências de suma importância para meu crescimento pessoal e profissional.

Um agradecimento muito especial a todos os companheiros que fazem parte da Residência Universitária Masculina do CCTA/UFCG, pelo excelente convívio diariamente com momentos bons, e os ruins e que vão ficar como aprendizados, saibam que os levarei comigo aonde forem minhas lembranças.

De alguma forma, meu muito obrigado a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha vida ao longo desses anos, os quais são incontáveis, mas não menos importantes, saibam que contribuíram de forma valiosa para o meu conhecimento e minha evolução nessa caminhada, cada um teve papel fundamental para a construção do que sou hoje.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo geral .....	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1. Maracujazeiro amarelo .....	10
3.2. Consorciação entre culturas .....	10
3.3. Disponibilidade hídrica no semiárido .....	11
3.4. Estresse hídrico no maracujazeiro .....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1. Localização .....	13
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico .....	13
4.3. Preenchimento dos vasos e instalação do experimento .....	14
4.4. Adubação durante a condução .....	14
4.5. Manejo da irrigação .....	14
4.6. Variáveis analisadas.....	15
4.6.1 Variáveis fisiológicas .....	15
4.6.2 Análise estatística .....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6. CONCLUSÕES .....	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

## RESUMO

A água é um dos principais fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento das culturas, podendo comprometer o rendimento das plantas, notadamente no maracujazeiro, justificando-se o uso da irrigação, todavia quando cultivado na região semiárida, caracterizada pela limitação hídrica, deve-se atentar para o uso eficiente da água e do solo, que pode ser obtido com a consorciação. Com isso, objetiva-se estudar o comportamento ecofisiológico do maracujazeiro amarelo sob estresse hídrico consorciado com o feijão caupi. O trabalho foi realizado nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar (CCTA), localizado no município de Pombal - PB, usando-se um delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial (5x2), estudando-se cinco lâminas de irrigação, 60, 80, 100, 120 e 140% da Etr e no segundo fator o maracujazeiro amarelo será avaliado em monocultivo e consorciado com feijão-caupi, distribuídos em seis blocos ao acaso. Estudar-se-á a variável fisiológica fluorescência da clorofila. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F, com análise de regressão para o fator lâminas de irrigação e teste de comparação de médias para o fator o consórcio, usando-se do programa Sisvar 4.0 Nas condições de cultivo deste experimento, onde os vasos foram preenchidos com substrato composto por solo e esterco, mesmo aplicando a menor lâmina (60%) e com sob sistema de cultivo consorciado competindo por maior quantidade de água, o volume retido foi suficiente para manter as plantas, que ainda estavam jovens, não ocasionando danos ao aparato fotossintético.

Palavras-chave: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, *Vigna unguiculata*, Fluorescência, semiárido.

## ABSTRACT

Water is one of the main limiting factors for the growth and development of crops, which can compromise the yield of plants, especially in passion fruit, justifying the use of irrigation, however, when cultivated in the semi-arid region, characterized by water limitation, attention should be paid to the efficient use of water and soil, which can be obtained through the consortium. The objective of this study was to study the ecophysiological behavior of yellow passion fruit under water stress, intercropped with cowpea. The work was carried out in a field of the Federal University of Campina Grande, UFCG, Campus of Pombal, PB, located in the city of Pombal, PB, using a randomized block design in a factorial scheme (5x2), with five slides of irrigation, 60, 80, 100, 120 and 140% of the Etr and in the second factor the yellow passion fruit will be evaluated in monoculture and consorciado with cowpea, distributed in six blocks at random. To study the physiological variable fluorescence of chlorophyll. The obtained data were submitted to analysis of variance, test F, with regression analysis for the factor irrigation slides and test of comparison of means for the factor the consortium, using the program Sisvar 4.0 In the conditions of cultivation of this experiment, where the pots were filled with substrate composed of soil and manure, even when applying the smallest leaf (60%) and with a consortium system competing for a greater amount of water, the volume retained was enough to keep the plants still young, causing no damage to the photosynthetic apparatus..

Key words: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, *Vigna unguiculata*, Fluorescence, Semiarid.

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims *f. flavicarpa* DEG) é uma cultura de grande importância econômica, social e alimentar no Brasil, pois possui uma área colhida superior a 57 mil ha e valor de produção superior a 900 milhões de reais (IBGE, 2014), gerando emprego e renda ao agricultor, pois é caracterizado como cultura de ordem familiar, em função das necessidades de tratamentos culturais constantes. No aspecto alimentar, o maracujá representa fonte de sais minerais e vitaminas, notadamente o ácido ascórbico, sendo, também (CAVICHOLI *et al.*, 2008). É a principal espécie do gênero conhecida e estudada mundialmente devido a seu efeito tranquilizante do sistema nervoso, reduzindo os sintomas de ansiedade, estresse e distúrbios do sono. Efeitos relacionados ao alto teor de flavonoides presentes em toda a planta, principalmente na parte aérea (CAMPOS *et al.*, 2015).

A importância também é notória na região Nordeste, maior produtor nacional da fruta, respondendo por cerca de 74% da quantidade de frutas produzidas IBGE, (2014), garantindo a sustentabilidade de agricultores familiares. Todavia, a produtividade na região é considerada baixa, com valor inferior a 14 t ha<sup>-1</sup>, pois a cultura tem potencial de produção de 30 t ha<sup>-1</sup> (CAVALCANTE *et al.*, 2015), o que pode ser atribuído ao déficit hídrico que ocorre em maior parte do ano, associado ao mau uso de tecnologias, como a irrigação.

Tal fato é confirmado por Ribeiro *et al.* (2018), que destaca a deficiência hídrica como o fator mais limitante à obtenção de maiores produtividades ou produtos de boa qualidade. O estresse hídrico apresenta-se como um dos fatores que pode prejudicar o crescimento e o desenvolvimento das mudas, sendo necessário, o uso da irrigação para suprir as necessidades hídricas da cultura, ou de técnicas que possibilitem a manutenção dos recursos hídricos no solo e permitindo que as plantas completem o seu ciclo produtivo.

A preocupação é mais evidente quando relacionada ao cultivo destas plantas na região semiárida, que representa cerca de 49% da região Nordeste do Brasil, totalizando uma área de 754.600 Km<sup>2</sup>. Conforme classificação climática, a região semiárida é caracterizada por precipitações médias anuais de 750 mm, concentradas em 4 meses do ano, havendo evapotranspiração em torno de 2000 mm o que gera um alto déficit hídrico no solo (CARVALHO *et al.*, 2004).

Desde modo, o cultivo nas épocas secas só é viabilizado pelo uso de sistemas de irrigação, que, embora apresente grandes vantagens ao sistema de produção agrícola, podem causar problemas de ordem ambiental e onerar o custo de produção (RODRIGUES *et al.*, 2004), o que torna importante aumentar o uso eficiente da água nos cultivos irrigados.

Uma das alternativas para aumentar tal eficiência no uso da água, é fazer melhor aproveitamento no uso do solo, como a implantação de culturas consorciadas, maximizando a cobertura do solo Jesen *et al.* (2010), sendo comum, na região Nordeste, o uso desta prática em culturas anuais, como o milho e feijão, ressaltando-se, contudo, que a avaliação do sucesso deve ser relacionada a melhoria no rendimento global, considerando a cultura principal e a cultura consorte, fazendo-se necessário a escolha correta desta espécie, de modo que ocorra sinergismo no processo.

Deve-se considerar aspectos fisiológicos das plantas para identificar a melhor estratégia de cultivo, a exemplo do que Dutra *et al.* (2015) verificaram para plantas de mamoneira consorciadas com o amendoimzeiro. Diante disso, em função de serem condições de campo, as avaliações devem considerar a variabilidade climática no tempo, sendo importante, assim, fazer avaliação no segundo ciclo da cultura.

Importante destacar que a interação entre a cultura principal e a consorciada é bastante complexa, podendo ocorrer sinergismos ou antagonismos, vindo a alterar, de forma positiva ou negativa, a produção das plantas, notadamente em condições de diferentes lâminas de irrigação.

Ademais, as determinações das alterações nas trocas gasosas e na fluorescência da clorofila das plantas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação e consorciação, poderiam auxiliar novas pesquisas, contribuindo com o entendimento da fisiologia das plantas de maracujazeiro, podendo-se observar, antes do estresse ser identificado por sintomas visuais, às mudanças intrínsecas, o que pode auxiliar em tomadas de decisão no campo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Estudar aspectos fisiológicos do maracujazeiro amarelo em consórcio com o feijão caupi sobre lâminas de irrigação, identificando-se estratégias de melhoria no uso da água no semiárido.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar as alterações na fluorescência da clorofila *a* do maracujazeiro amarelo em consórcio com feijão caupi sobre estresse hídrico;
- Identificar a melhor estratégia de cultivo, de modo a se ter uma maior eficiência no uso da água.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Maracujazeiro amarelo**

Na alimentação, a produção de frutos apresenta importante papel, principalmente por serem excelentes fontes de minerais, fibra dietética e vitaminas. Dessa forma a fruticultura compõe um importante papel alimentar, social e econômico. O maracujazeiro amarelo é uma das culturas de maior importância no Brasil, com destaque aos aspectos econômico, alimentar e social. No entanto produtividade do maracujazeiro-amarelo no país é considerada baixa, com valores entre por volta de 14,16 t ha<sup>-1</sup> (FERREIRA et al., 2010).

Essa baixa produtividade tem origem em diversos fatores como a fertilidade do solo, competição com plantas espontâneas, ocorrência de pragas e doenças, exigindo maior cuidado no manejo da cultura, uso de genótipos superiores e adaptados, consórcio entre as culturas comerciais e as plantas de cobertura para promover maior cobertura e proteção do solo, maior diversificação do cultivo e da renda.

Todavia, esse fato pode estar relacionado também ao déficit hídrico ocorrente na maior parte do ano em toda região Nordeste que detém cerca de 74% da produção nacional acarretando na necessidade de uso de estratégias para a garantia da produção, como o uso de irrigação, porém, em função de problemas de limitação hídrica, notadamente na região semiárida, que possui um déficit natural no balanço hídrico, devem-se encontrar alternativas para o uso adequado da água e melhoria na sustentabilidade do sistema de produção.

#### **3.2. Consorciação entre culturas**

Silva (2010) afirma que uma alternativa para se melhorar a eficiência do uso da água e da terra e a utilização de consórcio, proporcionando assim maiores rendimentos econômicos, físicos e energéticos para o sistema de produção, e dessa forma evitar os efeitos negativos proporcionados pela monocultura, a exemplo da diminuição da biodiversidade, falência das pequenas propriedades devido a simplificação do agroecossistema.

Sendo amplamente utilizado por pequenos produtores das regiões tropicais, o cultivo consorciado apresenta várias vantagens se comparada com o monocultivo

como: maior eficiência no controle de ervas daninhas, força de trabalho, promover garantia de uma maior estabilidade de produção, controle da erosão, disponibilidade de mais de uma fonte alimentar, bem como à redução dos riscos inerentes à atividade agrícola assim como uma melhor utilização dos principais recursos de uma propriedade que são a água e a terra (CUNHA, 2004).

Neste sentido, a consorciação entre culturas vem a ser uma alternativa para ter um maior aproveitamento do solo, permitindo ampliar as culturas e diminuindo problemas com sazonalidades de preços, já que o agricultor tem a possibilidade de comercialização de dois ou mais produtos. Porém, deve-se salientar a interação entre a cultura principal e a consorte é complexa, podendo ocorrer sinergismos ou antagonismos, vindo a alterar, de forma positiva ou negativa, a produção das plantas, notadamente em condições de diferentes lâminas de irrigação.

Ademais, as determinações das alterações nas trocas gasosas e na fluorescência da clorofila das plantas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação e consorciação, poderiam auxiliar novas pesquisas, contribuindo com o entendimento da fisiologia das plantas de maracujazeiro, podendo-se observar, antes do estresse ser identificado por sintomas visuais, às mudanças intrínsecas, o que pode auxiliar em tomadas de decisão no campo.

### **3.3. Disponibilidade hídrica no semiárido**

O semiárido brasileiro ocupa uma área geográfica de aproximadamente de 969.589,4 km<sup>2</sup>, com população 26,4 milhões de habitantes (15% da população brasileira) e abrangem 1.113 municípios dos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (BRASIL, 2005).

Do ponto de vista hídrico, o semiárido nordestino geralmente apresenta pluviosidade irregular durante todo o ano. Com precipitações médias anuais entre 400 a 800 mm (MASCARENHAS et al., 2005). Contrastados por taxas de evaporação em "tanques Classe A" que variam entre 1000 e 3000 mm/ano, esse fato que permite concluir que não chove pouco no semiárido, mas evapora muito, indicando que a necessidade de gestão dos recursos hídricos disponíveis é urgente, no sentido de atender todas as necessidades antrópicas (CAMPOS et al., 2008; MODARRES et al., 2007; RUBIN et al., 2006).

O método da irrigação, em muitas situações, é uma alternativa fundamental de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido do Nordeste brasileiro onde ocorre o déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano (GHEYI; DIAS; LACERDA, 2010).

### **3.4. Estresse hídrico no maracujazeiro**

A cultura do maracujazeiro possui grande importância apresentando grande potencial produtivo, no entanto, em condições de estresse hídrico, notadamente na região semiárida, a cultura sofre com a escassez hídrica. Menzel et al. (1986), cultivando o maracujazeiro em estufa, verificaram que quando submetida a diferentes níveis de estresses hídricos, a planta apresentava um decréscimo significativo na produção de matéria seca antes mesmo do aparecimento de qualquer sintoma visível.

As condições de restrição hídrica na fase de muda podem causar perdas de rendimentos significativos na produção, visto que esse período é crucial para as plantas de maracujazeiro, sendo visível a queda de rendimento em plantas provenientes de mudas que sofreram estresse. Em condições hídricas normais, a planta consome grande quantidade de água durante o seu ciclo fenológico, mas perde em torno de 98% através da transpiração e, assim, qualquer alteração no fluxo de água prejudica a produção da cultura (REICHARDT, 2004). Portanto deve-se ter um manejo adequado para rendimentos satisfatórios.

O estudo de diferentes lâminas de irrigação constitui uma maneira bastante prática para se determinar as necessidades hídricas de uma espécie, em certa região para se estimar a quantidade de água que a cultura necessita para crescer e produzir dentro dos limites impostos por seu potencial genético (AZEVEDO & BEZERRA, 2008).

A cultura promove alterações fisiológicas ao estresse hídrico, de forma a minimizar seus efeitos, sendo que esses mecanismos podem ajudar as plantas. Segundo Cavalcante et al (2001), as respostas de sobrevivência das plantas a condições de estresse hídrico variam de acordo com a espécie, cultivar, tempo de exposição, fatores edáficos, entre outros.

Um estudo mais detalhado sobre o comportamento das Passifloráceas quanto ao estresse hídrico é de suma importância, não só para indicar e, de certa forma, quantificar uma provável sazonalidade na produção (LOURENÇO, 2000).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização**

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, PB. A região, segundo Koopen, possui clima do tipo BSh (quente e seco), cenário comum em regiões semiáridas.

### **4.2. Tratamentos e delineamento estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com tratamentos formados a partir de um esquema fatorial 5x2, relativos a cinco lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120 e 140% da evapotranspiração real), e dois sistemas de cultivo, consorciado e solteiro, formando 10 tratamentos, que foram repetidos em seis blocos, totalizando 60 parcelas experimentais. Ressalta-se que o genótipo de feijão caupi usado é o Paulistinha, por ter boa aceitação no mercado local.

Unindo-se os fatores, tem-se 10 tratamentos distribuídos em seis blocos, totalizando 60 parcelas experimentais. As plantas de maracujazeiro foram semeadas procedendo a alocação de 9 sementes por vaso de forma equidistante, para garantir a germinação e a seleção de plantas de forma uniforme, 15 dias após a semeadura (DAS) do maracujazeiro, quando as plantas estavam com duas folhas definitivas, foi realizado o primeiro desbaste, mantendo-se três plantas de maracujazeiro por vaso, aos 45 DAS, quando as plantas de maracujazeiro estavam em ponto de gavinha, foi realizado a semeadura do feijão-caupi com um espaçamento entre plantas de 0,30m, semeadas na razão de seis por vaso. Nesta data, ainda, realizou-se o segundo desbaste do maracujazeiro, mantendo-se uma planta por vaso.

### 4.3. Preenchimento dos vasos e instalação do experimento

Para o cultivo das plantas, foram usados vasos com volume de 45 L, os quais foram preenchidos com uma camada de 2 cm de brita, seguido por uma mistura de solo e esterco na proporção 2:1.

Para a determinação da evapotranspiração real, adotou-se o método do lisímetro de lençol freático, para tanto, nos vasos que receberam a lâmina de 100% da ETr (em monocultivo ou consorciado), instalou-se uma mangueira perfurada dois centímetros acima da camada de brita, a qual foi acoplada a um vaso de 18 L, que mantinha uma carga de água suficiente para gerar um lençol freático no lisímetro e, com isso, a disponibilização da água, que acende a superfície por meio de capilaridade, sendo monitorado, diariamente, o volume desses vasos, de modo a se obter o consumo das plantas.

Após o preenchimento dos vasos com a instalação dos sistemas lisimetria, procedeu-se a semeadura das plantas, inicialmente realizou-se a semeadura direta do maracujazeiro.

As plantas em ponto de gavinha, foram conduzidas até fios de sustentação, formando espaldeiras verticais e a cortina de produção do maracujazeiro. Durante este período, foram feitos todos os tratos culturais relativos ao manejo, como poda, eliminação de plantas daninhas e controle de pragas e doenças.



**Figura 1.** Disposição dos vasos (A).



**Figura 2.** Vasos com lisímetro (B).

#### 4.4. Adubação durante a condução

A adubação foi realizada em cobertura, aplicando-se por meio da diluição do mesmo na água durante a irrigação, seguindo recomendações de Borges e Lima et al., (2009).

#### 4.5. Manejo da irrigação

Do período de semeio das mudas até os 45 dias, todas as plantas foram irrigadas com 100% da demanda hídrica, obtida no tratamento testemunha, observando-se a saturação do solo.

Dessa forma até os 45 DAS, as plantas foram mantidas com umidade do solo próxima a máxima capacidade de retenção de água, após este período, foram aplicadas as lâminas conforme os tratamentos, considerando-se a demanda de água obtida nos lisímetros sob 100% da ETr, deste modo, foram aplicados os fatores 0,6; 0,8; 1,2 e 1,4 correspondendo aos volumes de água equivalentes aos tratamentos 60, 80, 100, 120 e 140% da ETr.

Para a determinação da evapotranspiração real, adotou-se o método do lisímetro de lençol freático, para tanto, nos vasos que receberam a lâmina de 100% da ETr (em monocultivo ou consorciado), instalou-se uma mangueira perfurada dois centímetros acima da camada de brita, a qual foi acoplada a um vaso de 18 L, que mantinha uma carga de água suficiente para gerar um lençol freático no lisímetro e, com isso, a disponibilização da água, que acende a superfície por meio de capilaridade, sendo monitorado, diariamente, o volume desses vasos, de modo a se obter o consumo das plantas.

No cálculo da demanda de água, diariamente, foi contabilizado o volume que permanece no vaso de 18L, que garante o nível do lençol freático no lisímetro, sendo o volume consumido ( $V_c$ ) equivalente a subtração do volume no dia anterior ( $V_o$ ) pelo volume no dia atual ( $V_f$ ), que será melhor descrito na expressão 1, com resultado expresso em 'L'.

$$V_c = V_o - V_f \text{ (L) (1)}$$

Em que: (Vc) = volume consumido;  
(Vo) = volume no dia anterior;  
(Vf) = volume no dia atual.

#### **4.6. Variáveis analisadas**

##### **4.6.1 Variáveis fisiológicas**

Determinou-se a fluorescência da clorofila *a*, usando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science aos 75 dias após o início a semeadura, usou-se o protocolo Fv/m, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência: Fluorescência inicial (Fo), Fluorescência máxima (Fm), Fluorescência variável (Fv = Fm-Fo) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (Genty et al., 1989); tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período de uma hora, usou-se de um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primeiros estejam oxidados, ou seja, os centros de reação estejam abertos.

Foi determinado também a fluorescência da clorofila *a*, usando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science aos 75 dias após o início a semeadura, usou-se o protocolo Fv/m, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência sob condições de saturação luminosa, usando-se do protocolo Yield, aplicando-se uma fonte de iluminação actínica com pulso multi flash saturante, acoplado a um clipe de determinação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) a fim de determinar as variáveis: Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm') e o rendimento quântico fotoquímico sob condições de iluminação (Y). A partir destes resultados, determinou-se: O coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL) e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y<sub>NO</sub>), com metodologias de OXBOROUGH & BAKER, (1997) E KRAMER *et al.*, (2004).

##### **4.6.2 Análise estatística**

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão polinomial (linear e

quadrática) para o fator 'lâmina de irrigação' e o teste de médias (Tukey até 5% de probabilidade) para avaliar o fator consórcio (Ferreira, 2011).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se a fluorescência da clorofila em condições de iluminação nas plantas de maracujazeiro amarelo sob lâminas de águas e consorciação, verifica-se efeito significativo da interação entre os fatores na fluorescência inicial antes do pulso de saturação ( $F'$ ) e no rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada ( $Y_{NO}$ ).

Não se verificando efeito isolado das lâminas de água nas demais variáveis, ou diferenças significativas entre os sistemas de cultivo. Como as plantas de maracujazeiro estavam em condições de sistemas de cultivo há 30 dias e sob lâminas de água há 15 dias, denota-se que estas variáveis são sensíveis às condições de estresse. Todavia, pode-se destacar que o aparato fotossintético não estava danificado, já que o rendimento quântico fotoquímico ( $Y$ ) não foi afetado, embora se tenha notado alteração no rendimento da extinção fotoquímica não regulada ( $Y_{NO}$ ).

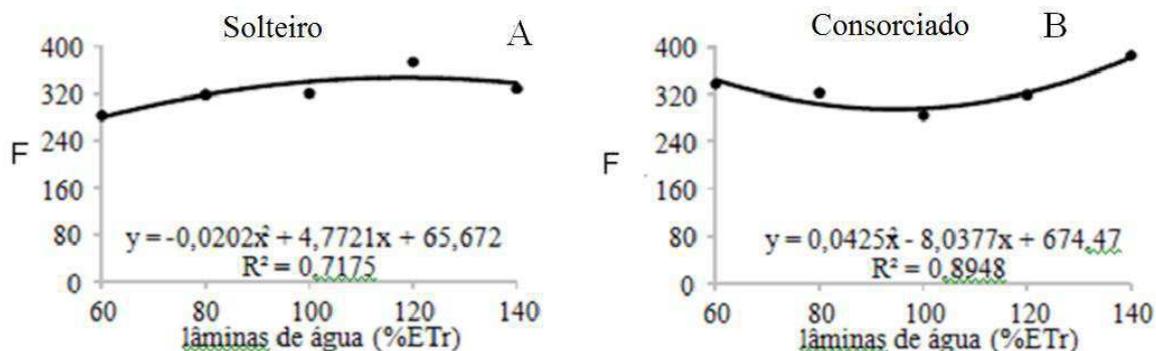
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância relativo às variáveis do maracujazeiro amarelo sob lâminas de águas e sistemas de cultivo aos 75 dias após semeadura. Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	Quadrado médio						CV (%)
	Lâmina (L)	Sistema de cultivo (SC)	L X SC	BLOCO	ERRO	MÉDIA	
$F'$	5074,166ns	0,416ns	6491,916*	8045,790**	2221,367	335,25	14,06
$Fm'$	8098,083ns	640,266ns	11942,266ns	8055,386ns	7139,816	767,83	11,00
$Y$	0,0011ns	0,0016ns	0,0041ns	0,0241*	0,0080	0,55	16,17
$qL$	0,01855ns	0,00150ns	0,02868ns	0,06614*	0,01468	0,44	27,65
$Y_{NO}$	0,015318*	0,000463ns	0,017064*	0,015134*	0,004699	0,44	15,44
GL	4	1	4	5	45	-	-

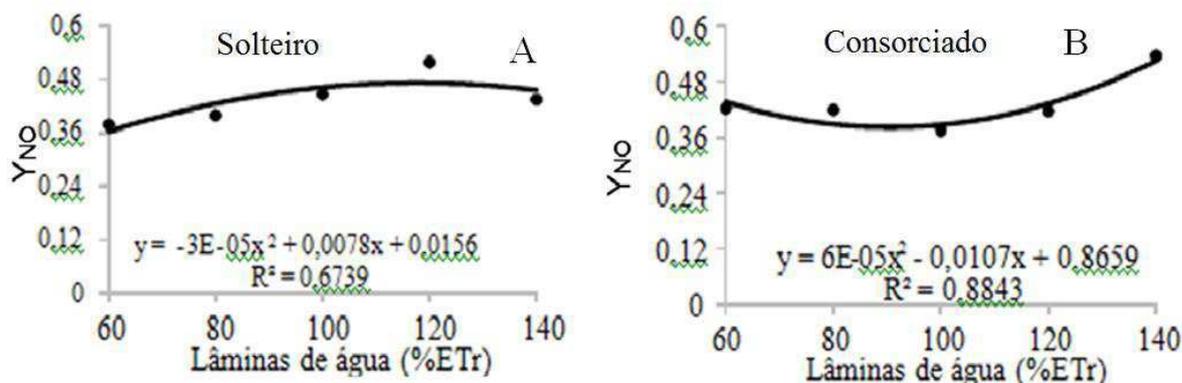
Fluorescência inicial antes do pulso de saturação ( $F'$ ), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante ( $Fm'$ ), rendimento quântico fotoquímico sob condições de iluminação ( $Y$ ), coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake ( $qL$ ) e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada ( $Y_{NO}$ ).

Quando se detalha o efeito das lâminas de águas em cada sistema de cultivo nas variáveis  $F'$  e  $Y_{NO}$ , nota-se que, sob condições de cultivo solteiro (Figura 3.0 A, 3.1 A ), que os maiores valores foram observados com as lâminas estimadas em

118% da ETr e 130% da ETr, respectivamente. Já nas condições de cultivo em consórcio (Figura 3.0 B e 3.1 D), os maiores valores foram observados nas plantas irrigadas com a maior lâmina de água, o que pode ser relativo à competição entre as plantas, exigindo uma maior demanda.



**Figura 3.0.** Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F') (A e B) do maracujazeiro amarelo em função das lâminas de águas na condição de cultivo solteiro (A) e consorciado (B) com o feijão-caupi aos 75 dias após semeadura. Pombal, PB, 2017.



**Figura 3.1.** Rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y<sub>NO</sub>) (A e B) do maracujazeiro amarelo em função das lâminas de águas na condição de cultivo solteiro (A) e consorciado (B) com o feijão-caupi aos 75 dias após semeadura. Pombal, PB, 2017.

Como não se observou efeito no rendimento quântico fotoquímico sob condições de iluminação (Y), pode-se dizer que não há dano significativo ao aparato fotossintético, todavia, o aumento nos valores de F' e Y<sub>NO</sub> podem significar um ligeiro estresse, relativo ao aumento no F', e, ao mesmo tempo, o encadeamento de vias de manutenção do rendimento fotoquímico não regulado, de modo a manter condições ótimas de trabalho do aparato fotossintético das plantas.

Mesmo assim ao visualizar a análise de variância disposta na Tabela 2, verifica-se que, após 15 dias do início da aplicação do estresse hídrico e 30 dias sob condições de consórcio, não houve efeito da interação dos fatores, ou mesmo efeito isolado dos mesmos nas variáveis de fluorescência da clorofila medidas na condição de escuro.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância relativo às variáveis do maracujazeiro amarelo sob lâminas de águas e sistemas de cultivo aos 75 dias após semeadura. Pombal, PB, 2017.

Fonte de Variação	Quadrado médio						CV (%)
	Lâmina (L)	Sistema de cultivo (SC)	L X SC	BLOCO	ERRO	MÉDIA	
Fo	422,833ns	595,350ns	484,100ns	393,550ns	312,498	188,25	9,39
Fm	2673,766ns	1949,400ns	5174,483ns	1093,626ns	2381,582	759,266	6,43
Fv	1726,183	390,150	2875,316	1052,216	1807,416	571,016	7,45
Fv/Fm	0,000453	0,000277	0,000205	0,000629	0,000432	0,75	2,76
GL	4	1	4	5	45	-	-

Fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm).

Como não se observou efeito significativo dos tratamentos, pode-se dizer que, até o período estudado, não houve dano ao aparato fotossintético, preliminarmente, é necessário que se avalie as plantas com maior tempo de estresse, já que a verificação do efeito depende do tempo e intensidade do estresse. Todavia, deve-se salientar que Silva et al., (2014) estudando genótipos de citros sob estresse salino em condições de hidroponia, conseguiram identificar alterações na fluorescência da clorofila medida em condições de escuro com dois dias de estresse, fato que pode ser relacionado velocidade de resposta obtida nas condições de hidroponia.

Ou seja, nas condições de cultivo deste experimento, onde os vasos foram preenchidos com substrato composto por solo e esterco, mesmo aplicando uma menor lâmina e com um maior número de plantas competindo por água, o volume retido foi suficiente para manter as plantas, que ainda estavam jovens, não ocasionando danos ao aparato fotossintético.

## 6. CONCLUSÕES

As lâminas de água e os sistemas de cultivo alteraram a fluorescência inicial antes do pulso de saturação ( $F'$ ) e o rendimento fotoquímico não regulado ( $Y_{NO}$ ), sendo variáveis sensíveis ao estresse; Pode-se afirmar então que estresse hídrico ou o uso de sistemas de cultivo consorciado não danificaram o aparato fotossintético.

Já com 15 dias do início da aplicação do estresse e 30 dias sob condições de consorcio, o maracujazeiro não teve sua fluorescência inicial ( $F_o$ ), máxima ( $F_m$ ), variável ( $F_v$ ) nem sua eficiência fotoquímica afetada ( $F_v/F_m$ ), indicando que não houve distúrbio no aparato fotossintético.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, J. H. O. de; BEZERRA, F. M. L. Resposta de dois cultivares de bananeira a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 28 - 33, 2008.
- BORGES, Ana Lúcia; LIMA, A. de A. Maracujazeiro. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical**, p. 166-181, 2009.
- BORGONOVIT, R. A. GIACOMINI, F. SANTOS, H. L. D. FERREIRA, A. S. WAQUIL, J. M. SILVA, J.B. CRUZ, I. Recomendações para o plantio de sorgo sacarino: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo / EMBRAPA. **A Lavoura** Set./Out. 1982.
- BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n .2, p. 365-372, 2000.
- BRITO, M.E.B.; MELO, A.S. de; LUSTOSA, J.P.O; ROCHA, M. R.; VIÉGAS, P. R. A.; HOLANDA, F.S.R. Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro-amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 260-263, 2005.
- CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, V. de P. R.; AZEVEDO, P. V. de; BORGES, C. J. R.; SOARES, J. M.; MOURA, M. S. B. et al. Evapotranspiração e produtividade da mangueira sob diferentes tratamentos de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 150-156, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000200007>.
- CARVALHO, H. W. L. SANTOS, M. X. SILVA, A. A. G. CARDOSO, M. J. TABOSA, J. N. **Caatingueiro: uma variedade de milho para o semiárido nordestino**. Aracaju, SE: EMBRAPA- Tabuleiro Costeiro, 2004. 5p. (Comunicado Técnica, 29).
- CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F.V.; NUNES, J.C.; DINIZ, A.A.; LIMA NETO, A.J. de; SOUTO, A.G.L.; SOUZA, J.T.A de. Produção e composição mineral do

maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. **Revista Agrotec**, v. 36, n. 1, p. 35-49, 2015.

CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, V. F. Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*passiflora edulis* sims. f. *flavicarpa* deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, Campus Pampulha, UFMG, p.379-390,v.3, 2001.

CAVICHIOLO, J.C.; RUGGIERO, C.; VOLPE, C.A. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro-amarelo submetidos à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 649-656, Setembro, 2008.

DUTRA, A.F.; MELO, A.S. de; DUTRA, W.F.; SILVA, F.G. da; OLIVEIRA, I.M. de; SUASSUNA, J. F.; VÉRAS NETO, J.G. Agronomic performance and profitability of castor bean (*Ricinus communis* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* L.) intercropping in the Brazilian semiarid region. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 2, p. 120-126, 2015.

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

FERREIRA, R. L. F.; SILVA, E. M. N. C. de P. da; ARAÚJO NETO, S. E. de; SOUZA, A. M. A. de. Uso de latada de maracujazeiro-amarelo como condicionador climático para produção orgânica de alface In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 11, 2010, Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

GENTY, B., BRIANTAIS J-M, BAKER N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochem Biophys Acta**, v. 990, p. 87 – 92, 1989.

GHEYI, H. R., DIAS, N. da S., LACERDA, C. F. de, Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 472 p, 2010.

- 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.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). **Sistema de Recuperação Automática** – SIDRA, <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>. Acessado em: 19 maio. 2015.
- JESEN, E.S.; PEOPLES, M. B.; HAUGGAARD-NIELSEN, H. Faba bean in cropping systems. **Field Crop Research**. v. 115, p. 203-216, 2010.
- KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. New fluorescence parameters for determination of QA redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research** v. 79, p. 209-218, 2004.
- LOURENÇO, C. A. R.; **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.206, set./out. 2000.
- MASCARENHAS, J.C.; BELTRÃO, B.A.; SOUZA JUNIOR, L.C.; MORAIS, F.; MENDES, V.A.; MIRANDA, J.L.F. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Pombal, Estado da Paraíba. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 2005.
- MELETTI, L. M. M. A cultura do maracujazeiro em São Paulo. **O Agrônomo**, v. 53, n.1, p. 18-20, 2001.
- 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, n.29, p.239- 249, 1986.

- MODARRES, R.; SILVA, V. de P. R. da. Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. *Journal of Arid Environments*, **Roxby Downs**, v. 70, n. 2, p. 344-355, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.12.024>
- NEVES, L.L.M.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R.; MARTINEZ, C.A.; SALOMÃO, L.C.C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira "Prata" submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.524-529, 2002.
- OXBOROUGH, K.; BAKER, N.R. An instrument capable of image chlorophyll a fluorescence from intact leaves at very low irradiance and at the cellular and sub-cellular levels of organization. **Plant, Cell and Environment**, v.20, p.1473-1483, 1997.
- REICHARDT, K.; TIMM, L, C, **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**, São Paulo: Editora Manole, 2004, 478p.
- RODRIGUES, G.S.; IRIAS, L.J.M. **Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada**, Jaguariúna, SP, EMBRAPA, 2004, 7p. (Circular Técnico 07)
- RUBIN, H.; RUBIN, A.; REUTER, C.; KÖNGETER, J. Sustainable Integrated Water Resources Management (IWRM) in a Semi-Arid Area. **International Journal of environmental, cultural, economic and social sustainability**, Austrália, v. 2, n. 3, p. 165-179, 2006.
- SILVA, S. S. da. Rentabilidade e eficiência energética da produção agroecológica de milho, abacaxi e feijão em área de pastagem de braquiária e pousio com puerária. 2010. 131f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre, 2010.
- SILVA, L. A. et al. Mecanismos fisiológicos de percepção do estresse salino de híbridos de porta-enxertos citros em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 18, p. S1-S7, 2014.