



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
CAMPUS DE POMBAL**

**TROCAS GASOSAS E FLOURESCÊNCIA EM MARACUJAZEIRO AMARELO SOB
SALINIDADE DA ÁGUA E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Aluno: FAGNER NOGUEIRA FERREIRA

Orientadores: Prof. Dr. MARCOS ERIC BARBOSA BRITO

M.Sc JOSÉ ALBERTO CALADO WANDERLEY

POMBAL-PB

MARÇO/2017

FAGNER NOGUEIRA FERREIRA

**TROCAS GASOSAS E FLOURESCÊNCIA EM MARACUJAZEIRO AMARELO SOB
SALINIDADE DA ÁGUA E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito básico para conclusão de curso.

Orientadores: Prof. Dr. MARCOS ERIC BARBOSA BRITO

POMBAL-PB

MARÇO/2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F383t Ferreira, Fagner Nogueira.
Trocas gasosas e flourescência em Maracujazeiro Amarelo sob salinidade da água e adubação nitrogenada / Fagner Nogueira Ferreira. – Pombal-PB, 2017.
36 f. : il.

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

"Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito".

Referências.

1. *Passiflora Edulis f. Flavicarpa*. 2. Estresse Salino. 3. Trocas Gasosas. 4. Fotossíntese I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Título.

CDU 634.776.3(043)

PARECER FINAL

**TROCAS GASOSAS E FLOURESCÊNCIA EM MARACUJAZEIRO AMARELO SOB
SALINIDADE DA ÁGUA E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

Orientador – UAGRA/CCTA/UFCG

M.Sc José Alberto Calado Wanderley

Orientador – Doutorando UAEEA/CTRN/UFCG

D. Sc. Amaralina Celoto Guerrero

Examinador – PNPD PPGHT/CCTA/UFCG

M. Sc. Whéllyson Cordão Pereira Araújo

Examinador - Doutorando UAEEA/CTRN/UFCG

POMBAL-PB

MARÇO/2017

A Deus

Aos meus pais pelo incentivo

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que me fortalece e me guia quando penso em desistir dos meus objetivos quando não sei mais qual o caminho que devo seguir.

Agradeço aos meus pais, Maria do Carmo Ferreira Nogueira e José Vicente Ferreira Neto, por terem me proporcionado aquilo que os seus pais não puderam-lhes proporcionar, ser um graduando em uma universidade federal.

Agradeço aos meus irmãos: Iolanda Nogueira Paixão, Fabiana Nogueira Ferreira, Iordan Nogueira Ferreira, Maria José Nogueira Ferreira, Kezia Nogueira Ferreira, Kaikí Nogueira Ferreira, Katia Maysa Nogueira Ferreira e Ingrid Nogueira Ferreira, pelo apoio financeiro durante todo o período da minha graduação e por me incentivarem a seguirem frente com meus estudos.

Aos colegas e amigos Rafael Dias, Mailson Cordão, Robson Felipe, Alzira Maria, Rayana Pereira, Juliana Formiga, Lamartine Eduardo, Erlan Tavares, Dênis Gustavo por me ajudarem durante todo o curso incentivando e nos trabalhos acadêmicos.

Quero agradecer o meus orientadores Marcos Eric Barbosa Brito e José Alberto Calado Wanderley, que foi indispensável na elaboração deste trabalho, que me orientariam com dedicação e compreensão.

A todos que me ajudar e que me apoiaram durante mim caminhada na minha graduação muito obrigado é com orgulho que dedico a vocês esta vitória.

Sumário

1.INTRODUÇÃO	1
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	3
2.1 A cultura do maracujazeiro	3
2.2 Usos de águas salinas na produção agrícola no semiárido do nordeste.....	4
2.3. Efeito da salinidade no maracujazeiro	5
2.4. Adubação nitrogenada como atenuante do estresse salino.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1 Localização.....	8
3.2 Clima da região	8
3.3 Instalação e condução do experimento	9
3.3.1 Formação das mudas	9
3.3.2 Manejo da irrigação e preparo das águas salinizadas	9
3.4 Variáveis analisadas.....	11
3.4.1 Trocas gasosas	11
3.5 Análise dos Dados.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4.1 Trocas gasosas	13
4.2 Fluorescência da Clorofila <i>a</i>	20
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Características químicas e físicas do solo utilizados nos diferentes tratamentos, Pombal, PB, 2015.....09
- Tabela 2:** Resumo da Análise de Variância para as variáveis Concentração Interna de $CO_2(C_i)$, Transpiração (E), Condutância Estomática (g_s), Fotossíntese $CO_2(A)$, Eficiência Instantânea do uso da Água (EUA) e Eficiência Intrínseca da Carboxilação (ElC_i) após 55 e 70 Dias Após a Semeadura (DAS) em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação e Doses de Nitrogênio, Pombal, PB, 2015.....13
- Tabela 3:** Resumo da Análise de Variância para as variáveis Fluorescência Inicial (F_o), Fluorescência Máxima (F_m), Fluorescência Variável (F_v) e Eficiência Quântica Fotoquímica Máxima do Fotossistema II (F_v/F_m), aos 55 e 70 dias Após a Semeadura (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação e Doses de Nitrogênio, Pombal, PB, 2015.....21
- Tabela 4:** Resumo da Análise de Variância para as variáveis Fluorescência em Amostra Adaptada a Luz antes do pulso de saturação (F), Fluorescência Mínima do Tecido Vegetal Iluminado (F_o'), Fluorescência Máxima após adaptação à luz saturante (F_m'), o Rendimento Quântico Efetivo da Conversão Fotoquímica de Energia (Y_{II}), Rendimento Quântico de Extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}), Taxa de Transporte de Elétrons (ETR), Coeficiente de Extinção Fotoquímico pelo método de lake (q_L), aos 55 e 70 dias após a semeadura (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação e Doses de Nitrogênio, Pombal, PB, 2015.....22

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Croqui do arranjo dos tratamentos dentro dos blocos. Salinidades (S), Doses (D).....	08
Figura 2. Ilustração dos lisímetros de drenagem com os citropotes sobre a calha.....	10
Figura 3: Concentração interna de CO ₂ (Ci) (mmol de CO ₂ m ⁻²) aos 55 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	14
Figura 4: Transpiração (E) (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) aos 55 (DAS) em mudas de maracujazeiro amarelo em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação (A) e Doses de Nitrogênio (B), Pombal, PB, 2015.....	15
Figura 5: Condutância Estomática(gs) (mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (A) e Fotossíntese (A) (μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) (B) aos 55 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	16
Figura 6: Eficiência Instantânea do Uso da Água (EUA) [(μmol m ⁻² s ⁻¹) (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) ⁻¹](A) e Eficiência Intrínseca da Carboxilação (EICi) (A/Ci) [(μmol m ⁻² s ⁻¹) (mmol de CO ₂ m ⁻²) ⁻¹] (B) aos 55 (DAS) em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	18
Figura 7: Transpiração (E) (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (A), Condutância estomática(gs) (mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (B), Fotossíntese (A) (μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) (C), Eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) [(μmol m ⁻² s ⁻¹) (mmol de CO ₂ m ⁻²) ⁻¹] (D) aos 70 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	19
Figura 8: Fluorescência Máxima (Fm)(A) e Fluorescência Variável (Fv) (B) aos 70 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	22
Figura 9: Fluorescência em Amostra Adaptada a Luz antes do pulso de saturação (F), aos 55 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	24
Figura 10: Rendimento Quântico de Extinção Fotoquímica não Regulada (Y _{NO}), aos 55 (A) e 70 DAS (B), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.....	25

TROCAS GASOSAS E FLUORESCÊNCIA EM MARACUJAZEIRO AMARELO SOB SALINIDADE DA ÁGUA E ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO. O estresse ocasionado pela salinidade da água de irrigação diminui as atividades fisiológicas, refletindo, diretamente, no sucesso da produção das culturas em geral, como o maracujazeiro amarelo, verificando-se na adubação nitrogenada a possibilidade de atenuação dos efeitos do estresse salino. Nesse contexto, objetivou-se, avaliar respostas relacionadas à trocas gasosas e eficiência fotossintética em mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinizadas e doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas, em esquema fatorial 5 x 5, com cinco níveis de salinidade da água de irrigação (parcela) (CEa)(0,3 ;1,0 ; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m⁻¹) e cinco doses de adubação nitrogenada(subparcela) (60; 80; 100; 120 e 140%), conforme recomendação de 300 mg de N dm⁻³, com cinco repetições e uma planta por parcela, em tubetes tipo citropotes com capacidade de 3,780 ml utilizando lisímetros com drenos na parte inferior para o manejo da irrigação e lixiviação do excesso de sais. Deu-se início aos tratamentos aos 40 dias após a semeadura (DAS) e finalizando-se aos 70 DAS. Mensurou-se (aos 55 e 70 DAS) as variáveis de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F, com análise de regressão (linear e polinomial). O maior valor de fotossíntese foi 13,765µmol obtido em função da salinidade de 1,0 dSm⁻¹ e 120% N. A salinidade ocasionou redução nas trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* aos 55 DAS, sendo o efeito atenuado pela adubação nitrogenada até a salinidade de 2,4 dSm⁻¹.

Palavras-chave: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, estresse salino, trocas gasosas, fotossíntese.

GAS EXCHANGES AND FLUORESCENCE IN YELLOW MARACUJAZEIRO UNDER WATER SALINITY AND NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT. The stress caused by the salinity of the irrigation water decreases the physiological activities, reflecting directly on the success of crop production in general, such as yellow passion fruit. With the possibility of attenuation of the effects of saline stress on nitrogen fertilization. In this context, the objective was to evaluate responses related to gas exchange and photosynthetic efficiency in yellow passion fruit seedlings irrigated with salinized water and nitrogen doses. The experimental design was randomized blocks with the treatments arranged in subdivided plots, in a 5 x 5 factorial scheme with five irrigation water salinity levels (ECa) (0.3, 1.0, 1.7, 2.4 and 3.1 dS m⁻¹) and five doses of nitrogen fertilization (subplot) (60, 80, 100, 120 and 140%), as recommended by 300 mg of N dm⁻³, with five replicates and one plant per plot, in citrus-type tubes with a capacity of 3,780 ml using lysimeters with drains at the bottom for irrigation management and leaching of excess salts. The treatments were started at 40 days after sowing (DAS) and ending at 70 DAS. The gaseous exchange and chlorophyll a fluorescence variables were measured at 55 and 70 DAS. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F, com análise de regressão (linear e polinomial). The highest photosynthesis value was 13,765 μmol obtained as a function of the salinity of 1,0 dS m⁻¹ and 120% N. The salinity caused reduction in gas exchange and fluorescence of chlorophyll a at 55 DAS, and the effect was attenuated by nitrogen fertilization until the salinity of 2,4 dS m⁻¹.

Keywords: *Passiflora edulis f. Flavicarpa*, saline stress, gas exchange, photosynthesis.

1.INTRODUÇÃO

A disponibilidade dos recursos hídricos na região Nordeste do Brasil, particularmente na região semiárida, constitui uma questão crucial que reflete no seu desenvolvimento. É notório que esforços têm sido realizados com o objetivo de adoções de tecnologias capazes de disponibilizar água suficiente e de qualidade para suprir o abastecimento humano, animal e viabilizar a irrigação (CIRILO et al., 2008).

Dentre as frutíferas de expressividade cultivadas no Brasil, se insere o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*), com produção total de 838.284 toneladas no ano de 2014 e rendimento médio de 14,5 t ha⁻¹, sendo as regiões Nordeste e Sudeste as maiores produtoras, com destaque na produção os estados da Bahia e Espírito Santo, respectivamente (IBGE, 2015).

A produção de maracujazeiro amarelo se destaca na região Nordeste, em função das condições edafoclimáticas favoráveis para a cultura, exceto a pluviosidade que é inferior à evapotranspiração, causando déficit hídrico à cultura. Sendo imprescindível para o manejo da cultura o uso da irrigação, que em muitos casos é efetuada com água de baixa qualidade, com alto teor de sais (CAVALCANTE et al., 2010).

Os efeitos mais relevantes da salinidade sobre as plantas refletem no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio da absorção dos nutrientes, provocando redução generalizada do seu crescimento (AHMED; MORITANI, 2010).

Plantas de maracujazeiro irrigadas com águas salinas podem acumular concentrações elevadas de Na⁺ e Cl⁻ em seus tecidos, promovendo problemas de toxidez. O aumento da concentração de Na⁺ nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K⁺, como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a síntese de proteínas, em virtude da similaridade físico-química entre esses íons (APSE; BLUMWALD, 2007). A concentração elevada de Cl⁻ no meio de crescimento, por sua vez, pode interferir na absorção de NO₃⁻ e na osmorregulação (WHITE; BROADLEY, 2001).

A adubação nitrogenada adequada pode vim a contribuir para o crescimento das plantas e o aumento da produtividade e na qualidade de frutos do maracujazeiro. Isto, devido o nitrogênio ser um elemento que participa na formação de diversos compostos considerados indispensáveis, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Estudos vêm demonstrando resultados positivos quando uso da adubação nitrogenada em plantas submetidas ao estresse salino. Blanco e Folegatti (2008) notaram que o

efeito do nitrogênio está associada ao nível salino adotado. Melo et al. (2011), ao avaliarem a evapotranspiração e a produção de melão sob estresse salino e adubação nitrogenada, obtiveram respostas significativas do nitrogênio apenas nos menores níveis de salinidade da água.

Segundo Melo Júnior et al. (2015), na implantação da cultura do maracujazeiro existem diversos aspectos que influenciam para obtenção do sucesso do empreendimento, dentre esses pode-se citar a utilização de mudas de boa qualidade, que proporcionará um elevado crescimento inicial, possuindo relação direta com a precocidade da produção de frutos

Todavia, são escassas pesquisas sobre o efeito da adubação nitrogenada na formação de mudas de maracujazeiro cultivada em condições de estresse salino, tornando-se importante o estudo destas técnicas sobre a cultura, visando o efeito positivo do nitrogênio, o qual possa minimizar efeitos deletérios da salinidade, assim, potencializando a exploração da cultura através do manejo mais adequado no processo de formação de mudas em regiões que possuem irrigações com águas salinas.

Assim, objetivou-se estudar o efeito da irrigação com águas salinizadas e adubação nitrogenada sobre os aspectos fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo, por meio das medições de variáveis relacionadas à trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do maracujazeiro

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* DEG) pertence à família Passifloraceae, da ordem Passiflorales, pertencente ao gênero *Passiflora*. O gênero é o originário da América do Sul e tem no centro-norte do Brasil seu maior centro de distribuição geográfica, estimando ser que seja composto por 465 espécies, onde mais de 150 espécies são nativas (CERVI, 2005; BERNACCI et al., 2008).

O maracujazeiro amarelo é uma das espécies frutíferas com importantes na exploração da fruticultura no Brasil, devido à sua utilização in natura, bem como nas indústrias, além de excelentes perspectivas para exportação suco concentrado para a Europa e EUA (ATAÍDE, et al., 2012).

As espécies de *Passiflora* são cultivadas por suas propriedades alimentícias, ornamentais e medicinais, mas, principalmente, pela qualidade dos seus frutos. Estima-se que mais de 60% da produção brasileira de maracujá amarelo seja destinada ao consumo in natura e o restante destinado às indústrias de processamento, sendo o suco o principal produto (CLARO & MONTEIRO, 2010).

O sistema radicular do maracujazeiro é axial ou pivotante, com 70 a 85% das raízes secundárias distribuída até os primeiros 40cm de profundidade do solo (Sousa et al., 2002). A planta é trepadeira, apresenta caule sub-lenhoso e lignificado na base, enquanto no ápice é herbáceo e pouco lignificado. No caule surgem as gemas vegetais, cada uma originando uma folha, uma gavinha de sustentação e uma flor. As folhas são alternas, raramente opostas, inteiras, incisas, lobadas ou partidas e apresentam na axila, além de uma gavinha, uma gema florífera e uma gema vegetativa (CUNHA et al, 2004).

As flores são hermafroditas e reunidas em inflorescência axilares, uniflorais ou em pares, e apresentam estigmas localizados acima das anteras dificultando a polinização. O fruto tem formato variado, podendo ser globoso, ovoides e piriforme, com massa variando de 30 a 300 gramas, diâmetro que pode atingir até 9 cm, e cor variando entre amarela roxa, esverdeada e avermelhada (BRUCKNER; PICANÇO, 2001; LIMA; CUNHA et al, 2004).

O fruto chega a conter 200 sementes que possuem a forma oval de cor preta, pesando mais ou menos de 9,6 a 19,2g por fruto, são envolvidas por uma mucilagem (polpa) (MORZELLE, 2009; COELHO, 2011). A polpa chega a pesar 33% em relação ao peso total do fruto, possui uma coloração que varia do amarelo ao alaranjado, além de ter um aroma muito agradável, também é bastante nutritiva (ABREU, 2011; COELHO, 2011).

Segundo Borges e Lima (2009) a faixa de temperatura entre 21 e 25°C é considerada como a mais favorável ao crescimento da planta, sendo a melhor entre 23 e 25°C, apesar disso o maracujazeiro amarelo dispõe de uma extensa plasticidade adaptativa sendo cultivada em diferentes situações climáticas apresentando diferentes ciclos.

2.2 Usos de águas salinas na produção agrícola no semiárido do nordeste

O Nordeste é a maior região produtor de maracujazeiro amarelo do Brasil, apesar disso, sua produtividade é baixa, comparada aos estados da região Sudeste (IBGE, 2015). Um dos fatores que contribuem para a baixa produtividade é a qualidade e quantidade das águas que podem ser destinadas para a irrigação, visto que nessa região, apresentam condutividade elétrica alta, desse modo, limitam a produção agrícola

De acordo com Marçal (2011), o grande entrave para à prática agrícola nas regiões áridas e semiáridas é a qualidade da água utilizada na irrigação visto que a negligência quanto a esse aspecto produz efeitos indesejáveis na condução das culturas. Nesta região de chuvas escassas e irregulares se torna difícil o desenvolvimento de uma fruticultura não irrigada (SILVA et al., 2016).

Toda e qualquer água de irrigação contém sais, mesmo em pequenas concentrações, podendo acarretar salinização dos solos em poucos anos. (MEDEIROS et al., 2010).

Plantas de maracujazeiro irrigadas com águas salinas podem acumular concentrações elevadas de Na^+ e Cl^- em seus tecidos, promovendo problemas de toxidez. O aumento da concentração de Na^+ nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de K^+ , como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a síntese de proteínas, em virtude da similaridade físico-química entre esses íons (APSE; BLUMWALD, 2007). A concentração elevada de Cl^- no meio de crescimento, por sua vez, pode interferir na absorção de NO_3^- e na osmorregulação (WHITE; BROADLEY, 2001).

Segundo Medeiros (1992) verificou que nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, de maneira geral, há predominância, principalmente, de NaCl , CaCl_2 e MgCl_2 , na proporção de 7:2:1.

O aumento do teor de sais dissolvidos, diminuindo o potencial osmótico da solução do solo e reduzindo a disponibilidade de água às plantas (SILVA et al., 2013). Os efeitos dos sais sobre as plantas podem ser notados pela dificuldade de absorção de água, pela interferência destes nos processos fisiológicos, ou ainda por toxidez, influenciando diretamente no rendimento das plantas (DIAS et al., 2003).

A qualidade da água para irrigação agrícolas cumpri uma classificação, definida pela concentração de alguns íons, tais como o sódio, potássio, cloreto e sulfato, além de outros parâmetros, como sólidos dissolvidos e a condutividade elétrica (BARROSO et al., 2011). De acordo com Ayers e Westcot (1999), o grau de restrição do uso da água de irrigação quanto à condutividade elétrica (CEa) é classificada como de nenhuma ($CEa < 0,7 \text{ dS m}^{-1}$), ligeira a moderada ($0,7 \text{ dS m}^{-1} > CEa > 3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e severa ($CEa > 3,0 \text{ dS m}^{-1}$).

2.3. Efeito da salinidade no maracujazeiro

A maior parte das espécies cultivadas comercialmente são consideradas como glicófitas. Essas plantas não possuem a capacidade de realizar o ajuste osmótico de forma eficiente quando submetidas ao estresse salino. As plantas classificadas como glicófitas, possui certa capacidade de tolerância à concentração de sais, sem que comprometa o crescimento e produção da cultura, denominada de salinidade limiar; a partir desse limite os sais inibem o crescimento e produção das culturas (MUNNS; TESTER, 2008; DIAS et al., 2011).

Espécies classificadas halófitas, detêm como estratégia bioquímica em resposta aos danos provocados pelo excesso de sal no solo: a acumulação ou exclusão seletiva de íons; o controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas; a compartimentalização de íons a nível celular pelos vacúolos, e estrutural pelas folhas; síntese de osmólitos; alterações nas vias fotossintéticas; modificações nas estruturas das membranas; indução de hormônios e de enzimas antioxidantes. Esses mecanismos proporcionam um manejo mais eficiente dos solutos (MUNNS, 2002; ESTEVES; SUZUKI 2008; MUNNS; TESTER, 2008; NAWAZ et al., 2010; MUDGAL et al., 2010).

A tolerância da espécie e efeitos causado pelo estresse salino vêm sendo observados por vários estudos. Tais resultados são encontrados quando a condutividade elétrica da água (CEa) é superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, onde são evidenciadas modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas, comprometendo o crescimento, floração, qualidade do fruto, redução do ciclo da cultura e produtividade (GURGEL et al., 2010; NEVES et al., 2010).

Quando submetidas a estresses abióticos ou ambiental, as plantas demonstram sintomas de alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência, quantificados nas folhas pela fluorescência inicial (F_0), máxima (F_m) e variável (F_v) da clorofila a , além do rendimento quântico potencial (F_v / F_m) (CHAUM; KIRMANEE, 2011; SILVA et al., 2011).

Segundo Nunes et al. (2016) avaliando a produção de mudas de maracujazeiro amarelo em solos comprometidos por sais, verificaram que alta concentração de íons na solução do solo

prejudica a emergência e o crescimento de mudas. Freire et al. (2014) estudando as trocas gasosas do maracujazeiro irrigado com água salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) constataram que o estresse salino inibe a atividade fotoquímica do fotossistema II e fotossíntese líquida das plantas. De acordo com Bezerra et al. (2014), observaram que o acréscimo da salinidade da água eleva a condutividade elétrica do extrato de saturação e reduz o pH do substrato, afetando de forma negativa a emergência de plântulas e o acúmulo de biomassa em mudas de maracujazeiro amarelo.

2.4. Adubação nitrogenada como atenuante do estresse salino

A nutrição mineral segundo Chaves et al. (2011), constitui uma das principais tecnologias usadas visando o aumento da produtividade e da rentabilidade das culturas. O nitrogênio (N) é um macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas, exercendo funções no metabolismo das plantas, participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas (LIMA et al., 2015).

O nitrogênio tem alta mobilidade no solo, a absorção do nitrogênio pelas plantas, ocorre tanto na forma de cátion (amônio NH_4^+) como na de ânion (nitrato NO_3^-) (LOBO et al., 2011). A forma amoniacal possui a vantagem de se fixar às partículas coloidais do solo, principalmente às partículas de argila que são carregadas negativamente na periferia. Na planta o nitrogênio faz parte de muitos compostos principalmente das proteínas.

Segundo Bredemeier e Mundstock (2000), a quantidade absorvida varia durante o ciclo de desenvolvimento da planta em função da quantidade de raízes e da taxa de absorção por unidade de peso de raiz.

Diversos estudos vêm se mostrando promissor quando relaciona a utilização de adubação nitrogenada como atenuante aos efeitos tóxicos causados nas plantas pelo estresse salino. De acordo com Feijão et al. (2011), ocorre atenuação do estresse salino com a aplicação de nitrogênio em plantas de sorgo. No estudo foram utilizadas cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,0; 2,0; 3,0 e; $4,0 \text{ dS m}^{-1}$) e adubação nitrogenada (sem adubação nitrogenada e com nitrogênio nas formas de ureia e sulfato de amônio).

Bezerra et al. (2014), ao avaliarem a biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo, verificaram, que nitrogênio atenua os efeitos negativos da condutividade elétrica da água de irrigação moderadamente salina sobre o acúmulo de biomassa das mudas. Estudando a cultura da mamoneira Nobre et al. (2013), verificaram que a partir de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ da condutividade elétrica da água de irrigação efeito negativo no crescimento e produção, minimizado pela aplicação de nitrogênio. Neste trabalho realizou-se em esquema fatorial 5×5 , com três

repetições, com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,4; 1,4; 2,4; 3,4 e 4,4 dS m⁻¹) cinco doses de adubação nitrogenada (50; 75; 100; 125 e 150%).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido durante três meses, em ambiente protegido em uma das casas de vegetação do CCTA, sob condições de iluminação natural no teto e com sombreamento de 50% nas laterais da estrutura. Localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m.

3.2 Clima da região

Segundo a classificação de Koppen, o clima predominante da região é do tipo BSh, ou seja, 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 com precipitação média de 750mm e evapotranspiração média anual de 2000mm.

3.3 Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com os tratamentos arranjos em parcelas subdividas, em esquema fatorial 5 x 5, no primeiro fator estudou níveis de salinidade da água de irrigação (parcelas) (CE_a)(0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m⁻¹) e no segundo cinco doses de adubação nitrogenada (subparcelas) (60; 80; 100; 120 e 140%), mediante a recomendação de 300 mg de N dm⁻³ (MALAVOLTA 1997), formulando 25 tratamentos em cinco repetições, perfazendo 125 parcelas experimentais constituída por uma planta conforme arranjo disposto na Figura 1.

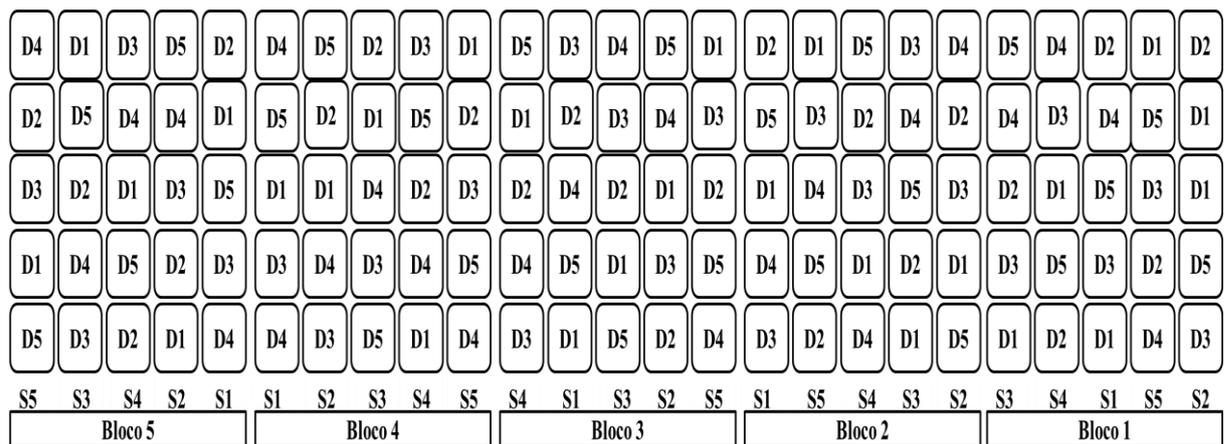


Figura 1. Croqui do arranjo dos tratamentos dentro dos blocos. Salinidades (S), Doses (D).

3.3 Instalação e condução do experimento

3.3.1 Formação das mudas

Para formação das mudas utilizou-se as sementes de maracujazeiro-amarelo que foram semeadas em substrato comercial acondicionadas em bandejas de polietileno de 166 células. Aos 30 dias após a semeadura (DAS) quando as mudas se encontravam com dois pares de folhas verdadeiras realizou-se o transplante para tubetes tipo citropotes com capacidade de 3,780 ml, contendo o substrato composto por uma mistura de solo, esterco bovino curtido e maravalha de serraria na proporção de 2:1:0,5 respectivamente, o solo Neossolo Flúvico, em seu horizonte A, com as características físico-químicas dispostas na Tabela 1, conforme metodologias contidas em Embrapa (2011), coletado em área experimental do CCTA/UFCG. O solo e o esterco foram peneirados em malhas de 2 mm e acondicionado nos recipientes, deixando-se cerca de 2,0 cm entre a superfície do solo e a borda superior dos citropotes para facilitar a irrigação (BEZERRA, 2013).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizados nos diferentes tratamentos, Pombal, PB, 2015.

C.E. dS m ⁻¹	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	
			cmol _c dm ⁻³						
0,30	5,96	58	1,59	4,90	7,40	0,85	0,00	1,73	
SB	CTC	V	PST	N	Areia	Silte	Argila	Classe	
cmol _c dm ⁻³			%		g kg ⁻¹				
14,74	14,74	89,48	5,77	1,12	80	14,06	5,49	Areia franca	
							Água Disponível	Densidade	
Tensão (atm)							(% peso)	g.cm ⁻³	
		0,1	0,33	1,0	5,0	10	15	Solo	Partícula
Umidade (%)	20,33	17,11	7,91	3,97	3,57	3,43	16,9	1,48	2,64

Seguido o transplante, as mudas permaneceram por 10 dias recebendo irrigação com água não salina (0,3 dS m⁻¹) de forma a manter a umidade do solo em capacidade de campo, após esse período iniciou-se a aplicação dos tratamentos que teve duração de 30 dias.

A adubação nitrogenada foi parcelada em 4 etapas com intervalo de 5 dias aplicadas em solução via água de irrigação utilizando como fonte de nitrogênio ureia. A adubação de nivelamento seguiu recomendações proposta por (LIMA, et al., 2002).

3.3.2 Manejo da irrigação e preparo das águas salinizadas

Para a obtenção dos níveis salinos foram acrescentados na água de irrigação de abastecimento os sais de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.H₂O) e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) na proporção de 7:2:1 g L⁻¹ respectivamente (BEZERRA et al., 2014). Relação com base na predominância dos íons em fontes de água utilizada para irrigação,

captada no cristalino do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992; SILVA JÚNIOR et al., 1999; BEZERRA et al. 2014). A obtenção dos cinco níveis de salinidade em estudo, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ($10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CEa), conforme Rhoades et al. (1992), válida para CEa de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadram os níveis testados. Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 60L, um para cada nível de CEa em estudo. Para preparo soluções, com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados conforme tratamento, adicionando-se águas, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutivímetro portátil que teve condutividade elétrica ajustada à temperatura de 25°C.

O manejo da irrigação foi realizado com base no consumo hídrico diário obtido pelo balanço hídrico, através da lisimetria de drenagem, adaptado conforme descrito por (BERNARDO et al., 2008; MANTOVANI et al., 2009).

Os lisímetros constituídos de citropotes 3,780 ml instalados sobre calhas para a coleta do volume drenado conforme Figura 2, em cada nível de salinidade, ou seja, manejo distinto em função das salinidades estudadas.

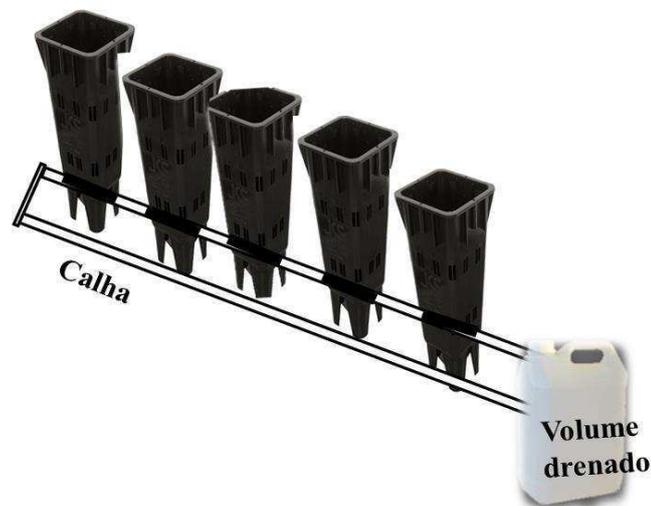


Figura 2. Ilustração dos lisímetros de drenagem com os citropotes sobre a calha.

O volume aplicado (V_a) diariamente nos citropotes foi obtido pela diferença entre o volume total aplicado nos citropotes no dia anterior (V_{ta}) e o volume drenado (V_d) no dia seguinte, dividindo-se o resultado pelo número de citropotes por calha (n) e aplicando-se a fração de lixiviação de 20% (FL), como indicado na equação 1 para cada nível de salinidade.

$$V_a = (V_{ta} - V_{td})/n(1 - FL).$$

Eq.(1)

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Trocas gasosas

Através de um equipamento portátil de análises de trocas gasosas na faixa infravermelho (IRGA) determinou-se aos 55 e 70 DAS as seguintes variáveis fisiológicas: taxa de assimilação de CO₂ (Fotossíntese) (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), de posse esses dados foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água (EUA) (A/E) [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$] ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹] e a eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$] ($\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2}$)⁻¹] (NEVES, et al., 2002; KONRAD et al., 2005; BRITO et al., 2012; FREIRE et al., 2014; MELO et al., 2014).

3.4.2 Fluorescência da clorofila *a*.

Por ocasião das avaliações de trocas gasosas também aos 55 e 70 DAS, utilizando-se de um fluorômetro portátil (PEA- Plant Efficiency Analyser) mensurou-se na terceira folha a partir do ápice as variáveis de fluorescência da clorofila 'a' (elétrons quantum⁻¹): fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm). Para as avaliações as folhas foram adaptadas ao escuro durante 30 minutos com a colocação de pinças foliares, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem oxidados, ou seja, os centros de reação estivessem abertos (SUASSUNA, et al., 2010; MULLER, 2011; BRITO, et al., 2014; FREIRE, et al., 2014).

As variáveis da fase lenta de indução da fluorescência foram determinadas duas horas após as avaliações da fluorescência com adaptação ao escuro, sequencialmente com aplicação de uma iluminação actínia e um pulso de luz actínia saturante para determinação das variáveis: fluorescência em amostra adaptada a luz antes do pulso de saturação (F), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fm'), taxa de transporte de elétrons (ETR) e rendimento quântico efetivo de conversão fotoquímica de energia do PSII(YII). A partir destes resultados, determinou-se: Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (Fo') (equação 2), o coeficiente de extinção fotoquímica (qL) pelo método de lake (equação 3), o qual fornece uma estimativa de centros de reações abertos do FSII, e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) (equação 4), conforme metodologia utilizada por Muller (2011).

$$F o' = \frac{F o}{\left[\frac{F m - F o}{F m} + \frac{F o}{F m'} \right]} \text{ Eq. 02}$$

$$qL = \frac{(F m' - F')}{(F m' - F o')} * \left(\frac{F o'}{F'} \right) \text{ Eq. 03}$$

$$Y_{NO} = \frac{F}{F m} \text{ Eq. 04}$$

3.5 Análise dos Dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F, com análise de regressão (linear e polinomial) para os dois fatores em estudo, usando-se do programa Sisvar 4.0. (Ferreira, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Trocas gasosas

A análise de variância (Tabela 2) indicou que as variáveis de trocas gasosas em mudas de maracujazeiro amarelo, não apresentaram efeitos similares quando mensurados em épocas diferentes aos 55 e 70 (DAS) em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, o que, provavelmente, pode estar relacionado com parcelamento da adubação nitrogenada estudada como fator neste trabalho. O efeito da combinação dos fatores, ou seja, da interação ocorreu sobre as variáveis (Ci) e (A) 5%, (gs), (EUA) e (EICi) 1%, quando avaliadas aos 55(DAS), já os fatores de forma isolados ocasionaram efeitos estatísticos nas duas épocas, desta forma a salinidade da água de irrigação sobre as variáveis de (E), (gs), (A) e (EICi) nas duas épocas em 5% de efeito, todavia, foi observado efeitos das doses de nitrogênio apenas aos 55(DAS) nas variáveis de (E), (gs), (EUA) e (EICi) em 5%, nestes resultados com exceção da (Ci), as demais variáveis que receberam efeito da interação também tiveram seus valores modificados pela adubação nitrogenada de forma isolada.

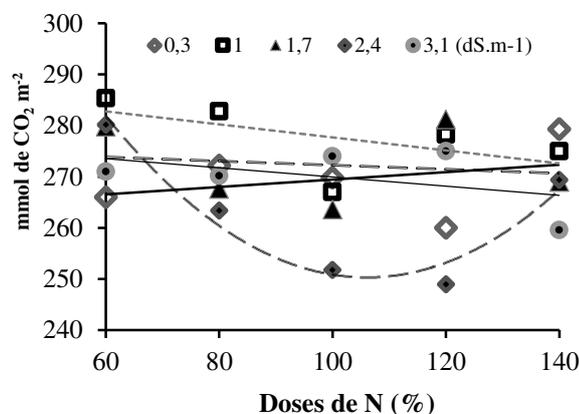
Tabela 2: Resumo da Análise de Variância para as variáveis Concentração Interna de CO₂(Ci), Transpiração (E), Condutância Estomática (gs), Fotossíntese CO₂(A), Eficiência Instantânea do uso da Água (EUA) e Eficiência Intrínseca da Carboxilação (EICi) após 55 e 70 Dias Após a Semeadura (DAS) em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação e Doses de Nitrogênio, Pombal, PB, 2015.

Quadrado Médio											
F V	Período (DAS)	Bloco	Salinidade (S)	Erro 1	Nitrogênio (N)	S X N	Erro 2	Total	Média	CV1	CV2
										(%)	
<i>Ci</i>	55	21435,03	723,11 ^{ns}	667,09	421,07 ^{ns}	362,26*	200,01		270,47	9,55	5,23
	70	52890,74	765,37 ^{ns}	670,41	278,50 ^{ns}	198,48 ^{ns}	503,15		282,58	9,16	7,94
<i>E</i>	55	0,511753	0,5257*	0,1073	0,2235*	0,0911 ^{ns}	0,0527		2,5485	12,86	9,01
	70	3,933993	1,3129*	0,3417	0,0779 ^{ns}	0,1660 ^{ns}	0,1584		2,2379	26,12	17,78
<i>gs</i>	55	0,098246	0,0230*	0,0071	0,0089*	0,00635**	0,0027		0,2990	28,33	17,42
	70	0,174747	0,0328*	0,0328	0,0015 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	0,0029		0,2098	49,81	25,68
<i>A</i>	55	3,913376	19,920*	4,9325	4,5208*	3,7854*	1,7149		12,148	18,28	10,78
	70	24,82473	39,441*	7,5068	2,8998 ^{ns}	6,6664 ^{ns}	6,1819		9,7287	28,16	25,56
<i>EUA</i>	55	3,713792	1,4143 ^{ns}	0,5921	0,2383*	0,6554**	0,2383		4,8035	16,02	10,16
	70	3,762703	0,8374 ^{ns}	0,4659	0,1966 ^{ns}	0,2453 ^{ns}	0,6438		4,3988	15,52	18,24
<i>EICi</i>	55	0,001149	0,00022*	0,000066	0,00012*	0,000091**	0,000040		0,0457	17,69	13,89
	70	0,000213	0,000420*	0,000092	0,000052 ^{ns}	0,000101 ^{ns}	0,000118		0,0351	27,30	30,98
GL		4	4	16	4	16	80	124	-	-	-

*, **= significante ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação

Em uma análise mais detalhada com o desdobramento da interação para os valores da concentração (Ci) (Figura 3), observa-se as doses de nitrogênio quando estudadas dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação, em 0,3 dS.m⁻¹ as doses de nitrogênio proporcionaram um comportamento linear crescente, para as concentrações salinas de 1,0; 1,7 e 3,1 dS.m⁻¹ esse comportamento foi de forma linear decrescente. Porém o efeito significativo só foi observado com o valores de (Ci) em função das doses de nitrogênio analisadas dentro da

salinidade de $2,4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ sendo esses valores ajustados a um modelo de regressão quadrática, onde a dose de nitrogênio de 120% resultou em $249\text{ mmol de CO}_2\text{ m}^{-2}$ sendo a menor concentração de carbono interno registrado aos 55(DAS), isso representou uma redução de 11,2% em relação a dose de 60% de N, com o aumento da concentração de nitrogênio para a maior dose, foi observado uma elevação de 8% no conteúdo de carbono interno em relação a dose de 120%, fato que pode está diretamente ligado ao comportamento do movimento estomático e a taxa de assimilação de CO_2 com valores na (Figura 5), onde, pode-se, observar o consumo do carbono interno com o aumento da fotossíntese em resultado a adubação nitrogenada nas plantas irrigadas com água de salinidade de $2,4\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.



$$\hat{y}_{0,3\text{dS},\text{m}^{-1}} = 269,46^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{1,0\text{dS},\text{m}^{-1}} = 277,69^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{1,7\text{dS},\text{m}^{-1}} = 272,25^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{2,4\text{dS},\text{m}^{-1}} = 417,6 - 3,155x + 0,014x^{**2}$$

$$R^2 = 0,94$$

$$\hat{y}_{3,1\text{dS},\text{m}^{-1}} = 269,96^{\text{ns}}$$

Figura 3. Concentração interna de CO_2 (Ci) ($\text{mmol de CO}_2\text{ m}^{-2}$) aos 55 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

Em relação a variável transpiração (E) aos 55(DAS) (Figura 4), com a análise de regressão foi verificado que ocorreu redução nos valores desta variável em função da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio em uma ordem unitária de $0,0084$ e $0,003\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ respectivamente para cada $0,1\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ e 1% de N incrementados de forma isoladas, o que pode ser atribuído aos efeitos osmótico promovidos pelas concentrações de sais no substrato em função da água salina, como também, dos sais pelo composto nitrogenado, o denota a nível de transpiração a adubação nitrogenada aqui não atenuou os efeitos dos sais sobre as mudas de maracujazeiro amarelo, a redução na transpiração deve ter sido causada, em maior parte, pelos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, pela baixa capacidade de

ajustamento osmótico da cultura e pela redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina (LACERDA et al., 2006; SILVA et al., 2011).

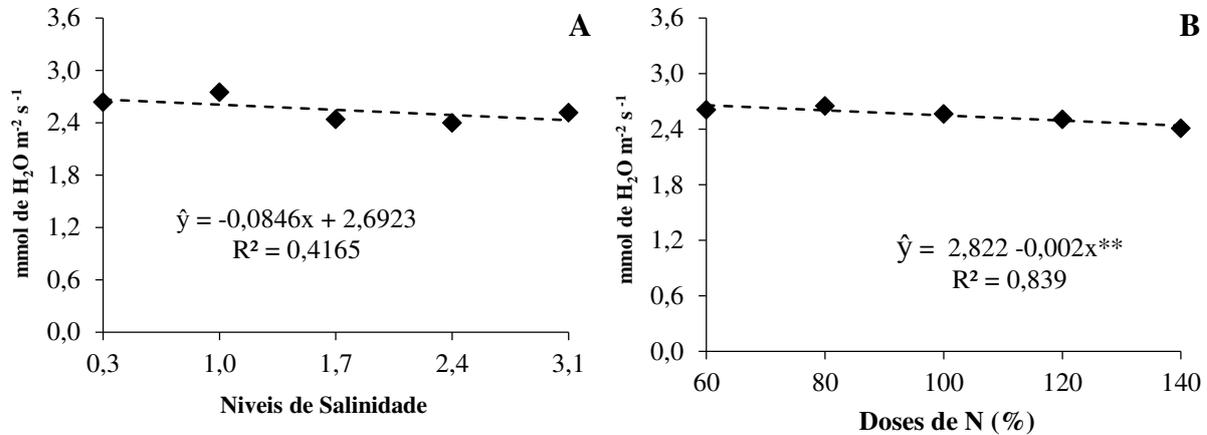


Figura 4. Transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) aos 55 (DAS) em mudas de maracujazeiro amarelo em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação (A) e Doses de Nitrogênio (B), Pombal, PB, 2015.

Conforme análise de variância (Tabela 2), os valores de condutância estomática (gs) e fotossíntese (A), destaca-se o efeito da interação aos 55 (DAS), revelando que os fatores em estudo apresentaram dependência nessa época. Estas variáveis apresentaram comportamentos diferenciados em função das doses nitrogênio dentro da salinidade da água de irrigação, verifica-se que na condutância estomática (Figura 5A), os valores obtidos nas mudas que foram irrigadas com 0,3 e 1,0 dS.m⁻¹ tiveram comportamento linear decrescente, já para as salinidades de 1,7; 2,4 e 3,1 dS.m⁻¹ se ajustaram ao modelo de regressão quadrático, onde o desdobramento da interação indicou efeitos significativos nas salinidades de 1,7 e 3,1 dS.m⁻¹, obtendo-se os maiores valores em 0,3079 e 0,2922 mol de H₂O m⁻²s⁻¹ para as doses de nitrogênio estimadas em 81 e 88,5% nas respectivas salinidades, já com o aumento das doses de nitrogênio ocorreu uma redução para os valores de 0,2426 e 0,255 mol de H₂O m⁻²s⁻¹, reduziu em 21,2% e 12,7% com a dose de 140% de nitrogênio, nas respectivas salinidades, o que evidencia o efeito atenuante da adubação nitrogenada está associada ao de salinidade da água adotado e quantidade de nitrogênio aplicado na formação de mudas de maracujazeiro amarelo.

Todavia o maior valor de condutância estomática observado aos 55(DAS) foi de 0,386 mol de H₂O m⁻²s⁻¹, nas plantas irrigadas com água 1,0 dS.m⁻¹ e que receberam 60% de adubação nitrogenada.

Analisando as alterações ocorridas no desempenho da fotossíntese em relação ao efeito da interação aos 55(DAS) (Figura 5B), pode constatar, que assim como, na condutância estomática, as doses de nitrogênio foram responsáveis por diferenciar o comportamento desta variável quando estudada dentro das salinidades da água de irrigação, nas concentrações salina

de 0,3; 1,0 e 3,1 dS.m⁻¹, os dados se ajustaram ao modelo linear sendo a salinidade de 1,0dS.m⁻¹ tiveram um leve aumento com o incremento da adubação nitrogenada, nas salinidades de 1,7 e 2,4dS.m⁻¹ o comportamento da taxa de assimilação de CO₂, se ajustaram ao modelo quadrático de regressão. Nesta ocasião, o maior valor de fotossíntese foi de 13,765μmol de CO₂ m⁻²s⁻¹ observado nas mudas irrigadas com água de 1,0 dS.m⁻¹ e adubadas com 120% de nitrogênio, apesar do desdobramento não indicar efeito nesta combinação de fatores, vale ressaltar que a fotossíntese foi influenciada estaticamente pelo fatores isolados (Tabela 2), quando se remete aos valores de condutância estomática (Figura 5A) foi nessa salinidade onde observou-se o maior valor.

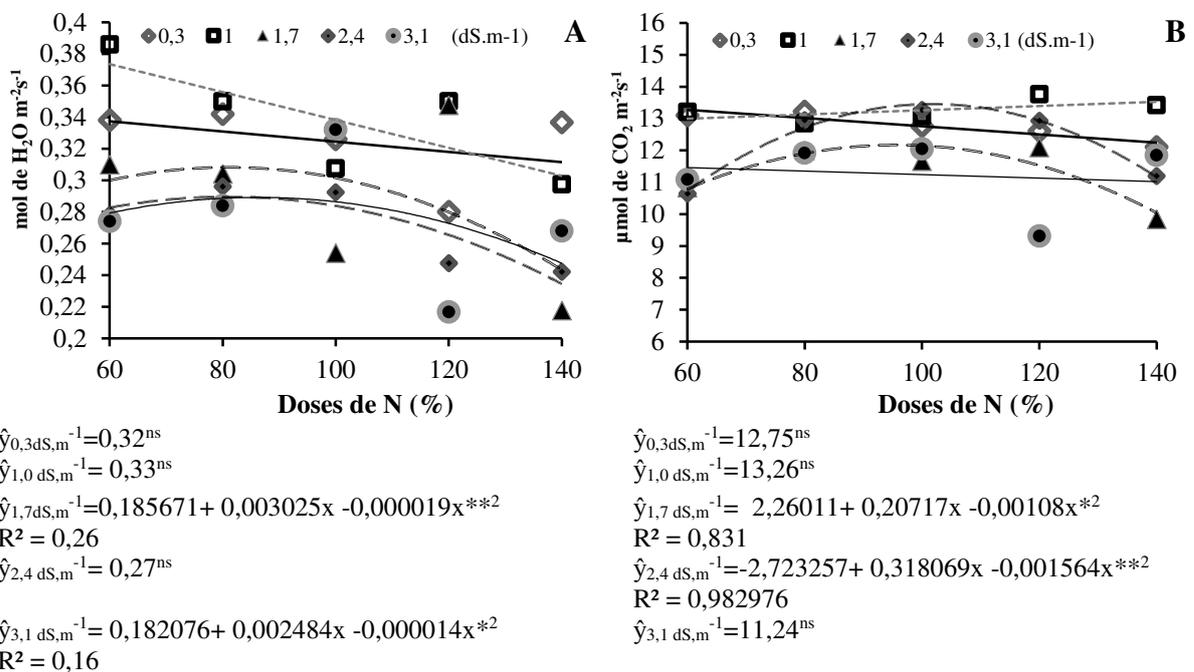


Figura 5. Condutância Estomática(gs) (mol de H₂O m⁻²s⁻¹) (A) e Fotossíntese (A) (μmol de CO₂ m⁻²s⁻¹) (B) aos 55 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

A fotossíntese foi modificada pela interação com as doses de nitrogênio aplicadas para as plantas que foram irrigadas com águas de salinidades de 1,7 e 2,4 dS.m⁻¹ (Figura 5B), com as derivadas das equações, estimou-se as doses ótimas de nitrogênio em 96 e 101,5 % responsáveis pela obtenção dos valores de 12,195 e 13,44μmol de CO₂ m⁻²s⁻¹ nas mudas irrigadas com águas nas respectivas salinidades, incrementando 12,6% e 26,3% em relação a dose 60%, detectando pela resposta da fotossíntese as doses ótimas estimadas uma ação atenuante da adubação nitrogenada para com o efeito da salinidade da água de irrigação.

Ainda quando se estuda o desdobramento da interação (Figura 5), observa-se que a condutância estomática (gs) teve, em parte, o mesmo comportamento da taxa de assimilação de CO₂ (A), de maneira geral, relaciona-se com o efeito observado sobre a variável concentração

interna de CO₂ (Figura 3), onde as doses de nitrogênio dentro da salinidade 2,4 dS.m⁻¹ proporcionaram aos valores desta variável um comportamento quadrático de forma inversa aos observados para as variáveis de condutância estomática e fotossíntese, destacando a maior dose de nitrogênio onde ocorreu um maior acúmulo de CO₂, que significa que o carbono não está sendo metabolizado pelo aparato fotossintético, o que pode estar sendo ocasionado por uma condição de estresse.

Estudando-se o efeito da interação sobre a eficiência instantânea do uso da água (EUA) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (Figura 6), onde a análise de desdobramento indicou efeito a nível de 1% das doses de nitrogênio dentro da salinidade de 2,4 dS.m⁻¹ para duas variáveis com os valores se ajustando ao modelo de regressão quadrática.

No processo de regulação dos estômatos para controlar a absorção de dióxido de carbono, ocorre a perda de água, como também a diminuição na transpiração restringe a entrada de CO₂ (SHIMAZAKI et al., 2007). Nesse contexto, ressalta-se a eficiência instantânea do uso da água (EUA), pois ao abrir os estômatos pra captar CO₂, a câmara subestomática fica exposta, úmida, ao meio externo, havendo a necessidade que esse processo seja o mais eficaz possível, para perder o mínimo de água (TAIZ; ZEIGER, 2009). Esse processo pode ser influenciado pela salinidade de duas forma, pelo efeito osmótico, condicionando as plantas a um potencial hídrico menor ou pela efeito iônico, relativo ao aumento da concentração de íons tóxicos, promovendo desbalanço nutricional (LARCHER, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Neste trabalho, quando se avaliou aos 55(DAS), a maior eficiência instantânea foi de 6,707 [(μmol m⁻²s⁻¹) (mmol H₂O m⁻²s⁻¹)⁻¹] observada com a dose de nitrogênio estimada em 112% N, nas plantas irrigadas com água de salinidade 2,4dS.m⁻¹, comportamento que pode ser atribuído ao ajustamento osmótico, diminuiu a condutância estomática e, conseqüentemente, a transpiração, mantendo a assimilação de CO₂ em alta, possibilitando a melhor eficiência no uso da água.

A eficiência da carboxilação é uma forma de estudar influências de fatores não estomáticos que interferem na assimilação de CO₂ (MACHADO et al., 1999; KONRAD et al., 2005). Observam-se, assim (Figura 6B), a maior média de 0,04955[(μmol m⁻²s⁻¹) (mmol de CO₂ m⁻²)⁻¹] em função da dose de nitrogênio estimada em 98,5% de N, nas mudas irrigadas com agua de salinidade 2,4 dS.m⁻¹.

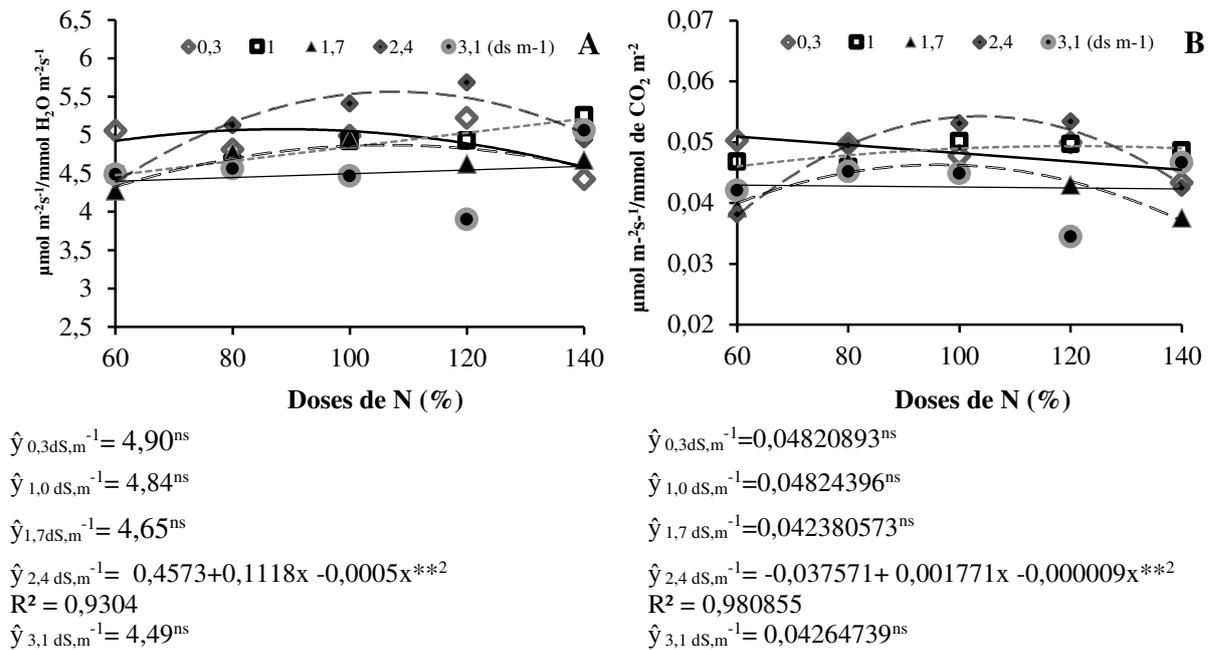


Figura 6. Eficiência Instantânea do Uso da Água (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})^{-1}$](A) e Eficiência Intrínseca da Carboxilação (EICi) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}) (\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2})^{-1}$](B) aos 55 (DAS em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

Aos 70 DAS, com a formação das mudas maracujazeiro, os tratamentos com adubação nitrogenada e a interação não exerceram efeitos significativos sobre as variáveis de trocas gasosas (Tabela 2), nessa época a salinidade da água de irrigação, reduziu de forma significativa os valores das variáveis transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese (A) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi), (figura 5).

Os valores de transpiração (E) variaram de 2,4982 e 1,977 $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente com as salinidade de 0,3 e 3,1 dS.m^{-1} , vindo a representar uma redução na ordem unitária de 0,0186 $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figura 7A), fato que está relacionado diretamente com o movimento estomático (Figura 7B), onde os valores oscilaram de 0,2421 para 0,1777 $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, desta forma o aumento da salinidade da água provocou uma resistência estomática o que veio diminuir o fluxo de água para o meio externo, sobre tudo a entrada de CO_2 na câmara subestomática resultando na diminuição na fotossíntese (Figura 7C).

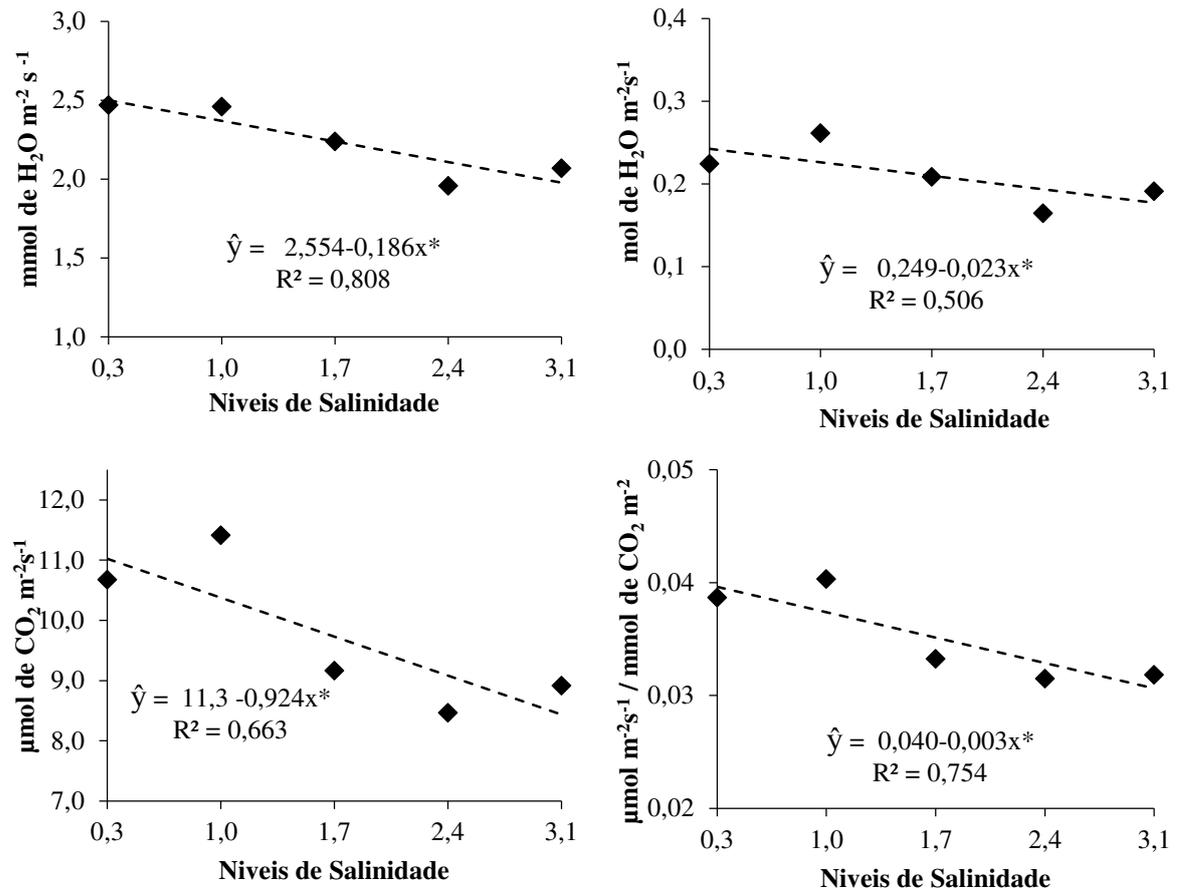


Figura 7. Transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) (A), Condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) (B), Fotossíntese (A) (μmol de CO₂ m⁻² s⁻¹) (C), Eficiência intrínseca da carboxilação (Ei/Ci) [(μmol m⁻² s⁻¹) / (mmol de CO₂ m⁻²)] (D) aos 70 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

A salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, por aumentar a resistência à difusão de CO₂ (SILVEIRA et al., 2010; KUSVURAN 2012), o que foi observado nas plantas irrigadas com o aumento da salinidade de 0,3 para 3,1 dS m⁻¹, desta forma a redução na condutância estomática, taxa transpiratória, taxa de assimilação líquida foi comprometida, a irrigação com água salina reduziu os valores de fotossíntese (A) de 11,0228 para 8,4356 μmol de CO₂ m⁻² s⁻¹, resultados semelhantes foram reportados por Freire et al. (2014), ao avaliar as respostas relacionadas à eficiência fotossintética e trocas gasosas do maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, aplicação de biofertilizantes e cobertura de solo.

Com a diminuição da atividade fotossintética em função da salinidade, ocorreu uma redução na mobilização do carbono interno o que provavelmente aumentou a concentração interna de carbono, nesse sentido, a eficiência intrínseca da carboxilação foi reduzida de 0,0391 para 0,0307 [(μmol m⁻² s⁻¹) / (mmol de CO₂ m⁻²)] (Figura 7D), uma vez que a mesma representa a razão entre a fotossíntese e a concentração interna de CO₂.

4.2 Fluorescência da Clorofila *a*

Com a análise de variância para as variáveis de fluorescência da fase escura, constatou-se aos 55 e 70 (DAS) que as mudas de maracujazeiro amarelo sob os tratamentos em estudo, não apresentaram alterações significativas na fluorescência inicial (F_0) e a eficiência quântica fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) (Tabela 3). Em estudos realizados por Vieira et al. (2010), foi observado que a aplicação de concentrações de nitrogênio por adição ou não de sulfato de amônio não influencia estatisticamente nos valores de fluorescência inicial (F_0) e o eficiência quântica fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) em plantas de abacaxi cultivadas em ambiente protegido.

O fator salinidade da água de irrigação promoveu diferença estatística sobre os valores de fluorescência máxima (F_m) e fluorescência variável (F_v), quando mensurados aos 70 DAS (Tabela 3). Este resultados são similares em parte com os obtidos por Freire et al. (2014), onde foi observado efeito significativo da irrigação com águas de baixa e alta salinidade sobre a fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e rendimento quântico (F_v/F_m) do maracujazeiro amarelo no início da floração e final da fase produtiva. Todavia, os dados deste trabalho discordam dos obtidos por Correia et al. (2009), que não observaram alterações significativas nos parâmetros associados à emissão da fluorescência, devido ao estresse salino em plantas de amendoim.

Segundo Zanandrea et al. (2006), estudos de fluorescência em estado adaptado ao escuro permitem a identificação da eficiência máxima de aproveitamento da energia, pois alterações referentes a (F_0) para (F_m) forma uma condição em que o aceptor QA reduz em virtude da taxa da concorrente re-oxidação de QA pelo de plastoquinona é menor do que a taxa de redução de QA.

Este resultados estão relacionados com o comportamento da condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A), observados aos 70 DAS (Figura 7 B C), pois de acordo com Silveira et al. (2010), plantas sob estresse salino apresentam baixos valores de F_v/F_m , provavelmente em função do fechamento estomático e redução da fotossíntese.

Conforme indicado na (Figura 8), ocorrer diferença significativa nos valores de (F_m) e (F_v) em decorrência da salinidade da água de irrigação, o aumento da salinidade reduziu a fluorescência máxima (F_m) e fluorescência variável em 0,18% (Figura 8A) e 0,17% (Figura B) respectivamente em função do incremento unitário de 0,1 $dS.m^{-1}$.

A fluorescência máxima (Fm) representa a intensidade máxima da fluorescência, quando praticamente toda a quinona é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas (KONRAD et al., 2005; SUASSUNA et al., 2010).

Tabela 3: Resumo da Análise de Variância para as variáveis Fluorescência Inicial (Fo), Fluorescência Máxima (Fm), Fluorescência Variável (Fv) e Eficiência Quântica Fotoquímica Máxima do Fotossistema II (Fv/Fm), aos 55 e 70 dias Após a Semeadura (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação e Doses de Nitrogênio, Pombal, PB, 2015.

F V	Período (DAS)	Bloco	Salinidade (S)	Erro 1	Quadrado Médio				Total	Média	CV1 CV2	
					Nitrogênio (N)	S X N	Erro 2					(%)
<i>Fo</i>	55	874,33	1977,58 ^{ns}	589,79	417,65 ^{ns}	631,59 ^{ns}	409,14	263,99	9,20	7,66		
	70	12731,51	2353,646 ^{ns}	1094,705	799,874 ^{ns}	590,79 ^{ns}	507,636	276,17	11,98	8,16		
<i>Fm</i>	55	21922,36	7761,55 ^{ns}	3998,29	1779,19 ^{ns}	4318,95 ^{ns}	2595,78	1067,45	5,92	4,77		
	70	30552,54	22543,009*	5488,015	3655,637 ^{ns}	3418,706 ^{ns}	5450,493	1067,03	6,94	6,92		
<i>Fv</i>	55	14544,97	4041,17 ^{ns}	3051,62	1851,93 ^{ns}	3796,97 ^{ns}	1924,04	803,46	6,88	5,46		
	70	5835,76	10817,424*	3097,283	1857,952 ^{ns}	2345,148 ^{ns}	3819,013	790,85	7,04	7,81		
<i>Fv/Fm</i>	55	0,00015	0,00087 ^{ns}	0,00040	0,00038 ^{ns}	0,000518 ^{ns}	0,000261	0,752	2,66	2,15		
	70	0,0042	0,000086 ^{ns}	0,000501	0,000414 ^{ns}	0,000414 ^{ns}	0,000348	0,7406	3,02	2,52		
GL		4	4	16	4	16	80	124	-	-	-	

*, **= significante ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação,

Considerando-se, que o efeito osmótico provocado pela salinidade leva a uma condição de estresse hídrico, os resultados obtidos neste trabalho são semelhantes aos relatos de Silva et al.(2015), constataram que os valores de (Fm) e (Fv) diminuíram com a restrição da disponibilidade hídrica no solo, por outro lado, a quantidade de água disponibilizada para as plantas de berinjela não interferiu nos valores de fluorescência inicial (Fo). A fluorescência inicial (Fo) evidencia quando a quinona receptora primária de elétrons (QA) do fotossistema II (PSII) está totalmente oxidada e o centro de reação (P680) está “aberto”, indicando iminência à ativação das reações fotoquímicas (ROSENQVST; BAKER, 2004).

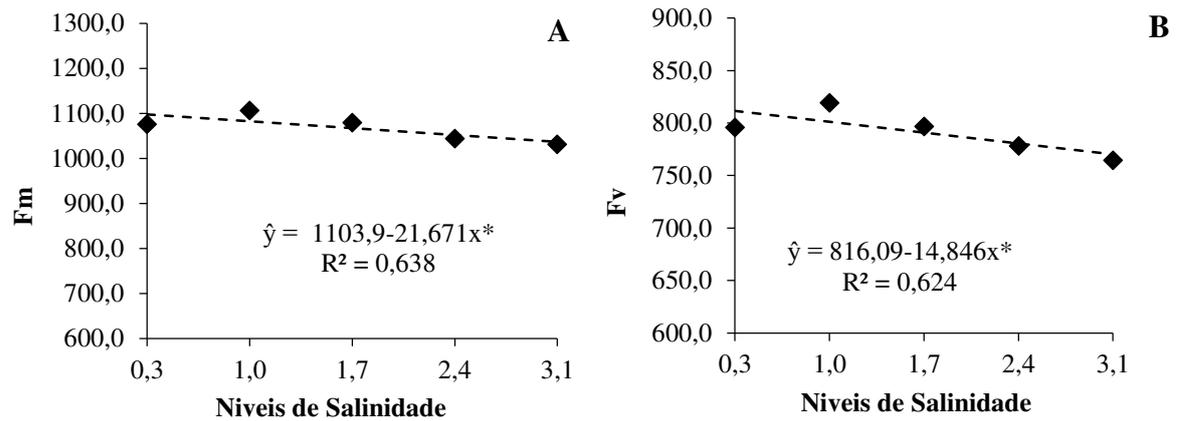


Figura 8. Fluorescência Máxima (Fm)(A) e Fluorescência Variável (Fv) (B) aos 70 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

Em estudos realizados por Suassuna et al. (2011), os valores das variáveis de fluorescência foram reduzidos com a restrição hídrica em mudas de maracujazeiro, com a lâmina ótima estimada na curva de 66,42 mm verificou-se a intensidade máxima da fluorescência da clorofila de 1772,39 de elétrons quantum, mesmo na condição de menor lâmina de irrigação, os valores foram bastante superiores ao maior encontrado nas plantas deste trabalho em função da menor salinidade que foi de 1096,499 elétrons quantum, fato que pode estar relacionado a diferença entre genótipos estudados nos distintos trabalho.

Com relação a fluorescência variável, os valores variaram de 811,54 a 769,996 elétrons quantum, entres as salinidades de 0,3 pra 3,1 dS.m⁻¹. Segundo Vieira et al. (2010), a fluorescência variável (Fv), se configura na mais importante resposta da fluorescência de folhas adaptadas ao escuro, pelo menos em um período de 30 minutos, pois quanto maior a (Fv) será a capacidade da planta em transferir a energia dos elétrons ejetados das moléculas dos pigmentos para a formação do redutor NADPH, ATP e Fdr, que resultará em maiores taxas de assimilação do CO₂ na fase bioquímica da fotossíntese.

As variáveis da fase clara da fluorescência mensuradas aos 55 e 70 (DAS) não foram alteradas de forma significativa pelos fatores isolados através da análise de variância, conforme resultados dispostos na (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da Análise de Variância para as variáveis Fluorescência em Amostra Adaptada a Luz antes do pulso de saturação (F), Fluorescência Mínima do Tecido Vegetal Iluminado (Fo'), Fluorescência Máxima após adaptação à luz saturante (Fm'), o Rendimento Quântico Efetivo da Conversão Fotoquímica de Energia (YII), Rendimento Quântico de Extinção fotoquímica não regulada (YNO), Taxa de Transporte de Elétrons (ETR), Coeficiente de Extinção Fotoquímico pelo método de lake (QL), aos 55 e 70 dias após a semeadura (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação e Doses de Nitrogênio, Pombal, PB, 2015.

F V	Período (DAS)	Bloco	Salinidade (S)	Erro 1	Nitrogênio (N)	S X N	Erro 2	Quadrado Médio			
								Total	Média	CV1 CV2 (%)	
<i>F</i>	55	202082,19	222966,48 ^{ns}	120440,34	51898,92 ^{ns}	304769,34 ^{**}	98066,67	2055,80	16,88	15,23	
	70	153016,46	68978,995 ^{ns}	65645,570	125996,18 ^{ns}	178940,35 ^{ns}	105992,86	2248,68	11,39	14,48	
<i>Fo'</i>	55	1505,14	5474,501 ^{ns}	1688,419	1302,146 ^{ns}	1904,843 ^{ns}	1151,235	351,65	11,68	9,65	
	70	34051,59	4839,957 ^{ns}	3000,634	2193,613 ^{ns}	1624,998 ^{ns}	1366,404	373,93	14,65	9,89	
<i>Fm'</i>	55	120024,69	67805,27 ^{ns}	175809,09	82450,05 ^{ns}	77563,90 ^{ns}	59165,93	3809,97	11,01	6,38	
	70	221408,62	225632,22 ^{ns}	164344,313	56881,955 ^{ns}	50633,42 ^{ns}	51534,06	3757,34	10,79	6,04	
<i>YII</i>	55	0,011	0,02357 ^{ns}	0,0045	0,001024 ^{ns}	0,017559 ^{ns}	0,008377	0,457	14,65	19,99	
	70	0,00700	0,003164 ^{ns}	0,007065	0,013936 ^{ns}	0,009644 ^{ns}	0,009039	0,3983	21,10	23,87	
<i>Y(NO)</i>	55	0,0407	0,158795 ^{ns}	0,067323	0,054694 ^{ns}	0,24672 ^{**}	0,091616	1,92	13,46	15,70	
	70	0,152	0,033630 ^{ns}	0,063210	0,102354 ^{ns}	0,218472 [*]	0,111531	2,1178	11,87	15,77	
<i>ETR</i>	55	28,115	60,56529 ^{ns}	11,5008	2,650257 ^{ns}	44,73151 ^{ns}	21,28555	23,02	14,73	20,03	
	70	18,102	8,078017 ^{ns}	17,9688	35,25882 ^{ns}	24,46226 ^{ns}	22,93390	20,024	21,17	23,92	
<i>QL</i>	55	0,00067	0,001789 ^{ns}	0,000425	0,000446 ^{ns}	0,001856 ^{ns}	0,001043	0,088	23,20	36,34	
	70	0,00174	0,000410 ^{ns}	0,000542	0,001359 ^{ns}	0,000951 ^{ns}	0,000748	0,0752	30,94	36,36	
GL		4	4	16	4	16	80	124	-	-	-

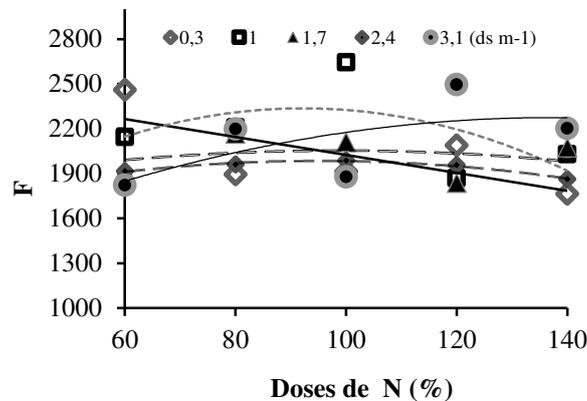
*, **= significante ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação,

Observa-se, pela a análise de variância o efeito significativo da interação sobre as variáveis Fluorescência em amostra adaptada a luz antes do pulso de saturação (F) aos 55 (DAS) 1% e rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (YNO) aos 55 1% e 70 (DAS) 5%.

Verifica-se, na figura 9, o estudo detalhado da análise de desdobramento referente ao efeito da interação sobre a variável (F), onde os valores desta variável apresentaram comportamento diferenciado em função das doses de nitrogênio quando estudadas combinadas com salinidade da água de irrigação, as combinações entre os fatores foram significativas para as plantas irrigadas com águas contendo as salinidades de 0,3; 1,0 e 3,1 dSm⁻¹, os valores referentes as doses de nitrogênio se ajustando aos modelo de regressão linear decrescente para a salinidade de 0,3 dSm⁻¹, e quadrática dentro das salinidades 1,0 e 3,1 dSm⁻¹.

O aumento na adubação nitrogenada reduziu os valores de (F) na ordem unitária de 5,996 de elétrons quantum para cada 1% da recomendação de nitrogênio nas plantas que foram irrigadas com a salinidade de 0,3 dSm⁻¹, quando se analisa os valores de (F) em função da combinação da dose de 60% de N dentro das salinidade em que a interação foi significativa, têm-se, os seguintes valores médios 2264,2; 2157,27 e 1853,46 elétrons quantum referentes

respectivamente as salinidade de 0,3;1,0 e 3,1 dSm⁻¹ fato esse que denota uma redução dos valores de (F) também em função da salinidade.



$$\hat{y}_{0,3\text{dS.m}^{-1}} = 2624 - 5,996x^{**}$$

$$R^2 = 0,492$$

$$\hat{y}_{1,0\text{dS.m}^{-1}} = 782,67 + 33,71x - 0,18x^{**2}$$

$$R^2 = 0,32^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{1,7\text{dS.m}^{-1}} = 2020,07^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{2,4\text{dS.m}^{-1}} = 1936,39^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{3,1\text{dS.m}^{-1}} = 932,46 + 19,55x - 0,07x^{**2}$$

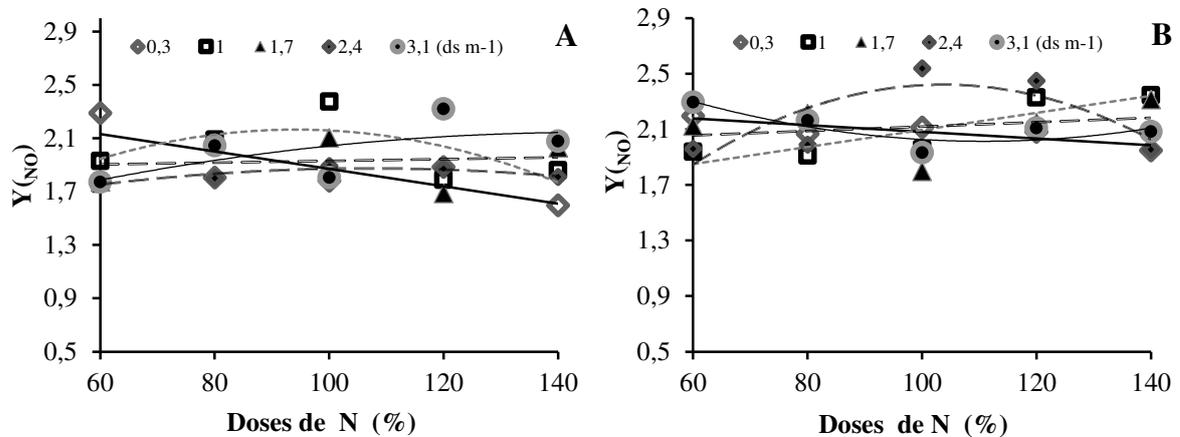
$$R^2 = 0,41$$

Figura 9. Fluorescência em Amostra Adaptada a Luz antes do pulso de saturação (F), aos 55 (DAS), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

Com relação o maior valor médio obtido foi de 2640,95 elétrons quantum, em função da dose estimada pela derivada da equação em 98,5% de N. dm⁻³, aumentando em 23,19% os valores de elétrons em relação a dose de 60% N. dm⁻³ na salinidade de 1,0 dS.m⁻¹, todavia o aumento da dose de N acima da dose ótima estimada tende a reduzi os valores de (F).

Ao analisar o comportamento da variável rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) em função da interação aos 55 e 70 (DAS) (Figura 10AB), conforme destaca-se para o desdobramento da interação mostrando efeito nas duas épocas, mesmo a interação sendo significativa, verifica-se, resultados distintos em relação as épocas, aos 55 (DAS) (Figura 10A), o efeito significativo foi em função da combinação das doses de nitrogênio com as salinidades 0,3; 1,0 e 3,1 dSm⁻¹, da mesma forma que foi observado para a variável fluorescência em amostra adaptada a luz antes do pulso de saturação (F) aos 55 DAS (Figura 9), relação essa fundamentada, provavelmente, pelo fato do (Y_{NO}) constitui um resultado da razão entre (F) e (F_m) o que pode causar semelhança no comportamento destas variáveis demonstrando essa relação, evidenciada nesse trabalho, e em resultados relatados por Muller

(2011), observa-se, tal similaridade entre essas variáveis, ao estudarem a fluorescência da clorofila *a* em genótipos de arroz exposto a concentrações e fontes de ferro.



$$\hat{y}_{0,3\text{dS,m}^{-1}} = 2,525 - 0,007x^{**}$$

$$R^2 = 0,652$$

$$\hat{y}_{1,0\text{dS,m}^{-1}} = +0,4978 + 0,0354x - 0,0002x^{*2}$$

$$R^2 = 0,4523$$

$$\hat{y}_{1,7\text{dS,m}^{-1}} = 1,930214^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{2,4\text{dS,m}^{-1}} = 1,82746^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{3,1\text{dS,m}^{-1}} = 1,11303 + 0,01413x - 0,00005x^{*2}$$

$$R^2 = 0,42146$$

$$\hat{y}_{0,3\text{dS,m}^{-1}} = 2,081^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{1,0\text{dS,m}^{-1}} = 2,095^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{1,7\text{dS,m}^{-1}} = 2,119^{\text{ns}}$$

$$\hat{y}_{2,4\text{dS,m}^{-1}} = 0,8068 + 0,0622x - 0,0003x^{*2}$$

$$R^2 = 0,6622$$

$$\hat{y}_{3,1\text{dS,m}^{-1}} = 2,115^{\text{ns}}$$

Figura 10. Rendimento Quântico de Extinção Fotoquímica não Regulada (Y_{NO}), aos 55 (A) e 70 DAS (B), em mudas de maracujazeiro amarelo em função das Doses de Nitrogênio dentro dos Níveis de Salinidade da Água de Irrigação, Pombal, PB, 2015.

Verifica-se, aos 55 (DAS) o maior valor médio (Y_{NO}) de 2,064 obtido pela dose de N estimada em 87,5% (Figura 10A), já quando se trata desses valores aos 70 (DAS) (Figura 10B), observa-se que o cenário muda de configuração, onde a interação só foi significativa para os valores de (Y_{NO}) na combinação entre as doses de N e a salinidade de 2,4 dSm⁻¹, dentro dessa mesma concentração salina as plantas que receberam a dose de N estimada em 104,5% resultou-se no maior valor médio de (Y_{NO}) em 2,417.

5. CONCLUSÕES

O efeito atenuante da adubação nitrogenada está associada ao de salinidade da água e quantidade de nitrogênio aplicado na formação de mudas de maracujazeiro amarelo, observado por meio dos valores de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a*.

A salinidade da água de irrigação sobre trocas gasosas e emissão de fluorescência da clorofila *a*, em mudas de maracujazeiro amarelo, é atenuada com adubação nitrogenada em torno de 90 a 100% da recomendação de 300 mg de N dm⁻³ quando irrigadas com salinidade de 1,7 e 2,4 dS.m⁻¹ aos 55 DAS.

A salinidade da água de irrigação afeta de forma negativa a transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese (A), Eficiência intrínseca da carboxilação (EICi), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) aos 70 DAS de formação em mudas de maracujazeiro amarelo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Simone de Paula Miranda. Dossiê Técnico: Cultivo de maracujá-azedo. **BRT**, Brasília, v.1, p. 1-25, dez. 2011.

AHMED, B.A. E MORITANI, I.S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water. *Agricultural Water Management*, v.97, n.1, p.165–170, 2010.

APSE, M.P.; BLUMWALD, E. Na⁺ transport in plants. *FEBS Letters*, *Amsterdam*, v.581, n.12, p.2247-2254, 2007.

ATAÍDE, E.M.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* D.C. cultivado em Jaboticabal, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*. n.34, v2. p377-381, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W.; A qualidade da água na agricultura. 2 ed. Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros, F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).

BAKER, N. R.; ROSENQVST, E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 55, n. 403, p. 1607- 1621, 2004.

BARROSO, A. de A. F.; GOMES, G. E.; LIMA, A. E. de O.; PALÁCIO, H. A. de Q.; LIMA, C. A. de. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.6, p.588-593, 2011.

BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 2, p. 566-576, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de Irrigação*. 8ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625p.

BEZERRA, J. D. *Crescimento, eficiência fotossintética e composição mineral de dois genótipos de maracujazeiro amarelo sob salinidade*. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) PPGA/CCA/UFPB, Areia, Paraíba, Brasil.

BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, S. A. S. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. *Agropecuária Técnica*. Volume 35 n1, p150-160, 2014.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: II – crescimento e partição de matéria seca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.1, p.34-40, 2008.

BORGES, A. L. et al. Maracujazeiro: adubando para Alta Produtividade e Qualidade. Fruteiras Tropicais do Brasil, **Ed. Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza- CE.

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, K. S. A.; BRITO, K. Q. D.; SUASSUNA, J. F.; SOARES, L. A. A.; P. D. FERNANDES. Fluorescência da clorofila a em algodoeiro colorido sob estresse salino no segundo ciclo de produção. In: II Inovagri International Meeting, 2104, Fortaleza, Anais eletrônicos. Fortaleza 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a124>.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. S.; MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*.v.1, suplemento, p.857-865, 2012.

BRUCKNER, C. H.; PIKANÇO, M. C. **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 286p.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, A. J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro

cv. sunrise solo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, p. 1281-1290, 2010. Suplemento1.

CERVI, A. C. Espécies de Passiflora L. (Passifloraceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras. *Estudos de Biologia*, v.27, p.19-24, 2005.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. *Scientia Agricola*. v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Revista de Engenharia Ambiental*, v. 08, n. 01, p. 126-133, 2011.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. A. Questão da água no semiárido brasileiro. Disponível em: < <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-811.pdf>>. Acesso em: JAN/2016.

CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, v. 44, n. 6, p.1014-1020, 2010.

COELHO, Antonione Araújo; CENCI, Sergio Agostinho; RESENDE, Eder Dutra. Rendimento em Suco e Resíduos do Maracujá em Função do Tamanho dos Frutos em Diferentes Pontos de Colheita Para o Armazenamento. *Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.13, n.1, p.55-63, 2011.

CUNHA, M. P. A.: BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. **Botânica**. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. P. A. **Maracujá**: produção e qualidade na passi cultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura, 2004. p. 15-35.

DIAS, N.S.; GHEYI, H.R.; DUARTE, S.N. Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais. Piracicaba: **ESALQ, Departamento de Engenharia Rural**, 2003. 118p. Série Didática, 13.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.

ESTEVES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **O ecologia Australis**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade, **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 675-683, 2011.

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

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciências Agronômicas**. [online]. vol.45, n.1, p. 82-91. 2014.

GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 01, p. 3-10, 2010.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.

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.

KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal Agricultural Research*, v. 7, n. 5, p. 775-781, 2012.

LACERDA, C. F. DE.; MORAIS, M. M. M.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p.258-263, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LIMA, A.A. **Maracujá produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 103p. (Frutas do Brasil, 15).

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 1-10, jan-mar, 2015.

LOBO, A. K. M.; MARTINS, M DE O.; LIMA NETO, M. C.; BONIFÁCIO, A.; SILVEIRA, J. A. G DA. Compostos nitrogenados e carboidratos em sorgo submetido à salinidade e combinações de nitrato e amônio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 390-397, 2011.

MACHADO, E. C., MEDINA, C. L., GOMES, M. M. A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranjeira “Valença”. **Bragantia**, v.58, p.217-226, 1999.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**, 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2009.355 p.

MARÇAL, J. A. **Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) sob irrigação com águas salinas em solo com matéria orgânica**. 80 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, 2011.

MEDEIROS, J.F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Irrigação e Drenagem) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba.

MEDEIROS, J.F.; NASCIMENTO, L.B.; GHEYI, H.R. Manejo do sol-água em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (Ed.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. pt. 4, p.279-302.

MEDEIROS, J.F. *Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE.* 1992. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Irrigação e Drenagem) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba.

MELO JÚNIOR, J.C. F.; COSTA, D; S.; GERVÁSIO, E. S.; NASCIMENTO, A. M. L.; SEDIYAMA, G. C. Efeito de níveis de depleção de água no substrato e doses de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Irriga*, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 204-219, 2015.

MELO, A. S.; SILVA, J. M.; FERNANDES, P. D.; DUTRA, A. F.; BRITO, M. E. B.; SILVA, F. G. Gas exchange and fruit yield of yellow passionfruit genotypes irrigated with different rates of Eto replacement. *Biosci. J., Uberlandia*. v. 30, supplement 1, p. 293-302. 2014.

MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiração e produção do melão Gália irrigado com água de diferentes salinidades e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 15, n. 12, p. 1235- 1242, 2011.

MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiração e produção do melão Gália irrigado com água de diferentes salinidades e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 15, n. 12, p. 1235- 1242, 2011.

MORZELLE, Maressa Caldeira. Agregação de Valor a Frutos de Ata Através do Desenvolvimento de Néctar Misto de Maracujá (*Passiflora Edulis Sims*) e Ata (*Annona Squamosa L.*). *Alim. Nutr., Araraquara*, v.20, n.3, p. 389-393, jul./set. 2009.

Mudgal V., Madaan N., and Mudgal A., (2010) “Heavy metals in plants: Phytoremediation: Plants used to remediate heavy metal pollution”, **Agriculture and Biology Journal of North America**, 1 (1), pp 40-46.

MULLER, C. *Resposta fotossintética à toxidez de ferro em diferentes cultivares de arroz. Viçosa*, 2011. 124p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Viçosa, UFV.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), 239-250.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, p. 631-681, 2008.

Nawaz, P. Thompson, J. McNaught and S. Ananiadou. 2010. Meta-Knowledge Annotation of Bio-Events. In *Proceedings of LREC 2010*, pages 2498-2507.

NEVES, A. L. R. LACERDA, C. F. TEIXEIRA, A. S. COSTA, C. A. G. GHEYI, H. R. Monitoring soil coverage and yield of cowpea furrow irrigated with saline water. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 01, p. 59-66, 2010.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.873-881, 2009.

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.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. da S.; SOARES, L. A. dos A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. da S.; SOARES, L. A. dos A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; LIMA NETO, A. J.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, F. F. Seedlings of yellow passion fruit in soils degraded by salts treated with bovine biofertilizer. **Científica**, v. 44, n. 1, p. 91-101, 2016.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p. 465-473, 2000.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. *Uso de águas salinas para produção agrícola*. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R.; QUEIROZ, J. E. Campina Grande: UFPB, 1992.117p.

SHIMAZAKI, K.I.; DOI, M.; ASMANN, S.M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p.219-247, 2007.

SILVA JÚNIOR, L. G. de A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.11-17, 1999.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, p.147-157, 2008.

SILVA, E. N. et al. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola**. v. 68, n. 1, p. 62-68, 2011.

SILVA, F. G. da; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.19, n.10, p.946–952, 2015.

SILVA, J. M.; MELO, A. S.; DUTRA, A. F.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, W. F.; MENESES, C. H. S. G.; VIÉGAS, P. R. A. Profitability of yellow passion fruit as a function of irrigation depths under semiarid conditions. *African Journal of Agricultural*. Vol. 11(12), pp. 1079-1085, 24, 2016.

SILVA, M. V. T.; LIMA, R. M. S.; MEDEIROS, J. F.; MEDEIROS, A. M. A.; SILVA, N. K. C. Evolução da salinidade do solo em função de diferentes doses de nitrogênio e salinidade da água de irrigação. **Revista ACSA- Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 126 – 136, 2013.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (editores). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 1. ed. Fortaleza: INCTSal. 2010. cap. 11, p. 161-18.

SOUSA, V. F. de; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 51-56, 2002.

SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; SOUSA, M. S. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; PEREIRA, V. M.; BRITO, M. E. B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. *Biosci. J, Uberlândia*, v. 26, n. 4, p. 566-571, 2010.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2009. 828p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

VIEIRA, D. A. D. P.; PORTES, T. D. A.; SERAPHIN, E. S.; TEIXEIRA, J. B.; Fluorescência e teores de clorofilas em abacaxizeiro cv. pérola submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio, **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 2, p. 360-368, Junho 2010

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals of Botany, Oxford*, v.88, n.6.p.967-988, 2001