



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

GISELE MARTINS RODRIGUES DA SILVA

Aspectos fisiológicos de *Jatropha curcas* L. submetidas a estresse salino

**CAMPINA GRANDE – PB
2012**

GISELE MARTINS RODRIGUES DA SILVA

Aspectos fisiológicos de *Jatropha curcas* L. submetidas a estresse salino

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação **Ciências Biológicas** da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Alberto Soares de Melo

CAMPINA GRANDE – PB
2012

S586a Silva, Gisele Martins Rodrigues da.
Aspectos fisiológicos de *Jatropha curcas* L.
submetidas a estresse salino [manuscrito] / Gisele
Martins Rodrigues da Silva. – 2012.
21 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Biologia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro
de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

“Orientação: Prof. Dr. Alberto Soares de Melo,
Departamento de Biologia”

“Co-Orientador: Prof. Me. Ivomberg Dourado
Magalhães, Departamento de Biologia”

1. *Jatropha curcas* L.. 2. Pinhão manso. 3.
Botânica. I. Título.

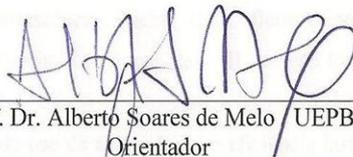
21. ed. CDD 580

GISELE MARTINS RODRIGUES DA SILVA

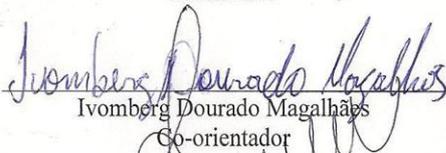
Aspectos fisiológicos de *Jatropha curcas* L. submetidas a estresse salino

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação **Ciências Biológicas** da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

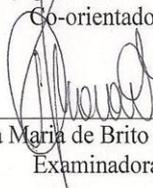
Aprovada em 03/07/2012.



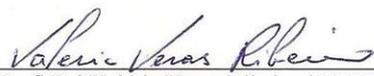
Prof. Dr. Alberto Soares de Melo /UEPB
Orientador



Ivomberg Dourado Magalhães
Co-orientador



Prof.ª Dr.ª Dilma Maria de Brito Melo Trovão/UEPB
Examinadora



Prof.ª Dr.ª Valéria Veras Ribeiro /UEPB
Examinadora

Aspectos fisiológicos de *Jatropha curcas* L. submetidas a estresse salino

SILVA, Gisele Martins Rodrigues

RESUMO

O Pinhão manso pertencente à família das Euforbiáceas é uma planta rústica, de crescimento rápido, baixo custo de implantação e manutenção, alta produção e não exige grandes volumes de chuva para produzir, além de ser uma planta perene. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os aspectos fisiológicos, após poda, do pinhão manso (*Jatropha curcas*) irrigadas com água salina, através de aplicações de diferentes níveis de salinidade. O experimento foi desenvolvido em condições de campo, na área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no espaço, com 5 tratamentos e 3 repetições, totalizando 15 parcelas experimentais. Cada parcela contendo 18 plantas (9 x 7,5/m) teve uma área total de 67,5/m² e uma área útil de 15,0/m² com 4 plantas úteis. Foi realizada uma avaliação das variáveis: fluorescência inicial (Fo), fluorescência variável (Fv), fluorescência máxima (Fm), eficiência do fotossistema II (relação Fv/Fm), transpiração 'E', a condutância estomática 'gs' a taxa de fotossíntese líquida foliar 'A', concentração do CO², eficiência intrínseca do uso da água (A/gs) e eficiência instantânea do uso da água (A/E). Este estudo permitiu concluir que a concentração de sal apresentou efeito significativo sobre os parâmetros de capacidade fotossintética e de trocas gasosas do *J. curcas* L..

PALAVRAS-CHAVE: Pinhão manso; trocas gasosas; fluorescência.

ABSTRACT

Jatropha curcas, belonging to the family of Euphorbiaceae is a rustic plant, fast growing, low cost of deployment and maintenance, high production and does not require large amounts of rain to produce, besides being a perennial. This study was to evaluate the physiological aspects, after pruning of *Jatropha curcas* irrigated with saline water, by application of different levels of salinity. The experiment was conducted under field conditions in the agricultural area belonging to the Centre for Agricultural and Environmental Sciences (CAAC), Campus II of the State University of Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba. The treatments were arranged in a randomized block design in split plot in space, with five treatments and three replications, totaling 15 plots. Each plot containing 18 plants (9 x 7.5 / m) has a total area of 67.5 / m² and a floor area of 15.0 / m² with four plants. An evaluation of variables: initial fluorescence (F_o), variable fluorescence (F_v), maximal fluorescence (F_m), efficiency of photosystem II (F_v / F_m ratio), transpiration 'E', stomatal conductance 'g_s' rate leaf net photosynthesis 'A', CO₂ concentration, intrinsic efficiency of water use (A / g_s) and instantaneous efficiency of water use (A / E). This study concluded that the salt concentration had a significant effect on the parameters of photosynthetic capacity and gas exchange *J. curcas* L..

KEYWORDS: *Jatropha curcas*; salt stress; fluorescence.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação mundial com o meio ambiente juntamente com a crise de energia ocasionada pelo aumento do preço do petróleo torna a produção do biodiesel interessante devido aos seus efeitos benéficos.

O biodiesel, por ser biodegradável é considerado combustível ecológico, podendo promover uma redução substancial na emissão de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos quando em substituição ao diesel convencional no motor (STORCK Biodiesel, 2008).

O Brasil, dentre diversos países, buscam o domínio tecnológico desse combustível ecológico, tanto em nível agrônomo como industrial, o que deverá provocar fortes impactos na economia brasileira e na política de inclusão social do país. (ABDALLA et al., 2008). Será estratégico aumentar a oferta global de biodiesel nos próximos anos. Nesta perspectiva, a cultura do pinhão vem crescendo, em muitas regiões agrícolas em todo o País.

Para PURCINO & DRUMMOND (1986) a cultura de pinhão manso é de fácil cultivo e pode se desenvolver em pequenas propriedades, além de apresentar boa conservação da semente colhida, podendo se tornar grande fonte opcional de combustível. O gênero *Jatropha* possui 175 espécies distribuídas nos continentes Americano, Asiático e Africano (HENNING, 1999). O Pinhão manso pertencente à família das Euforbiáceas é uma planta rústica, de crescimento rápido, baixo custo de implantação e manutenção, alta produção e não exige grandes volumes de chuva para produzir, além de ser uma planta perene.

Devido à má distribuição pluviométrica e as elevadas temperaturas no nordeste brasileiro os vegetais têm sido influenciados negativamente, refletindo-se em seu crescimento e produção. (BELTRÃO & OLIVEIRA, 2008)

O Estresse hídrico, que é caracterizado pela quantidade excessiva ou reduzida de água, leva à alterações no metabolismo da planta afetando o seu processo fotossintético e suas trocas gasosas. Ele afeta o processo fotossintético devido a efeitos estomáticos e não estomáticos. O efeito estomático é um evento primário que leva a uma menor disponibilidade de CO₂ nos espaços intercelulares, reduzindo sua assimilação nos cloroplastos (FARIA et al. 1996).

Este problema é mais relevante em regiões semiáridas com baixa pluviosidade e alta demanda evaporativa, que contribuem fortemente para aumentar salinização do solo (SILVA et al, 2011). Devido a isso, o excesso de sais no solo tem limitado a produção agrícola. Segundo RIBEIRO et al. (2001) a alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico e proporciona a ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida na solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais a torna cada vez menos disponível para as plantas.

Aumentando a concentração salina da água aumenta, também, a tensão necessária para que a planta retire água do solo, uma vez que o potencial do solo se torna cada vez mais negativo e, conseqüentemente, a planta terá maior dificuldade para utilizar esta água que, apesar de sua presença no solo, não está totalmente disponível para as plantas (RHOADES & LOVEDAY, 1990).

Para que a planta consiga extrair água no solo, precisa fazer um ajuste osmótico para manter gradiente favorável em suas células (CORDEIRO, 2001), ao realizar tal ajuste, a planta utiliza a energia que seria usada em seu crescimento e por este motivo, o crescimento das plantas é bastante afetado.

Entretanto, os efeitos dependem, ainda, de outros fatores, como espécie, cultivar, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições climáticas (TESTER & DAVÉNPORT, 2003).

Uma das principais opções para se evitar a salinização dos solos irrigados ou cultivar já salinizados é a utilização de métodos de irrigação adequados às condições de salinidade do solo e da água de irrigação (NERY et al., 2009).

Diante desse cenário, é notória a necessidade da realização de trabalhos que avaliem os diferentes níveis de salinidade da água que proporcionem as melhores produtividades de espécies de pinhão.

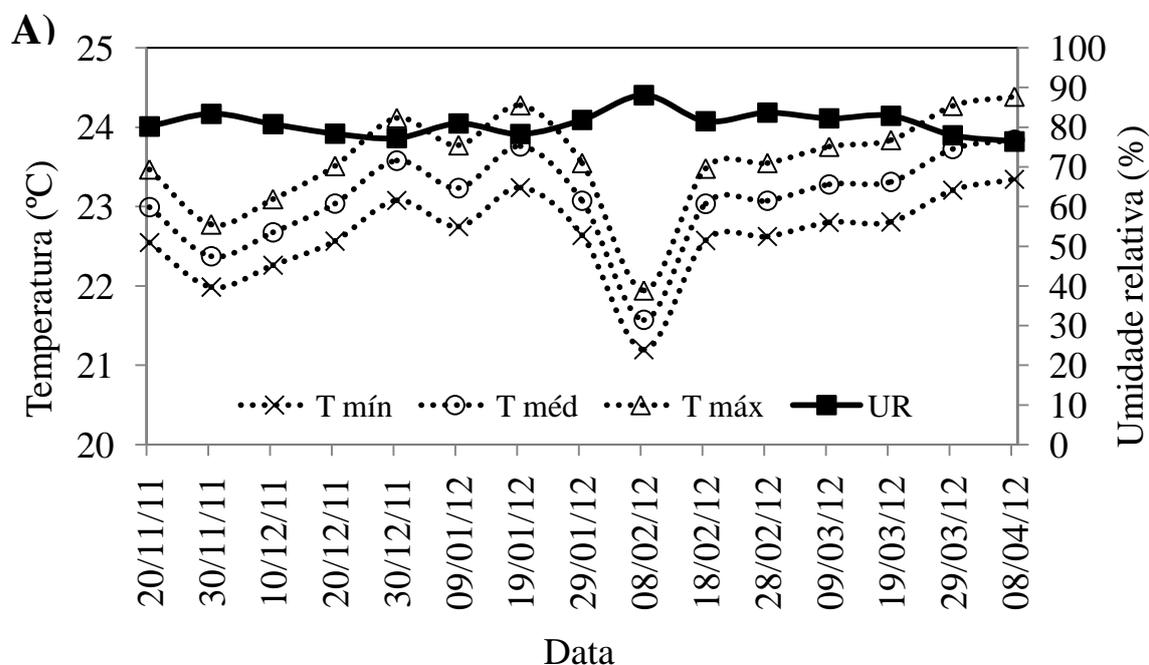
2. REFERENCIAL METODOLÓGICO

2.1 Local do experimento

O experimento foi desenvolvido em condições de campo, na área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 09' S; longitude 35° 52' W e altitude 634 m.

O clima do local da pesquisa é o tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 22°C, sendo a mínima de 18°C e a máxima de 33°C, precipitação acumulada, durante os meses da pesquisa, de 714,20 mm em 2009 e 802,00 mm em 2010, com maiores índices pluviométricos concentrados nos meses de abril a agosto.

As atividades das pesquisas se deram após a realização da poda e foram executadas no período de 5 meses - de novembro de 2011 até março de 2012. Durante o período experimental foram registrados os dados climáticos (umidade relativa, temperaturas mínimas, médias e máximas, velocidade de vento, radiação solar, precipitação pluviométrica e ETo) disponíveis na Estação Climatológica da EMEPA (unidade de Lagoa Seca, PB), localizada próximo à área experimental. (FIGURA 1)



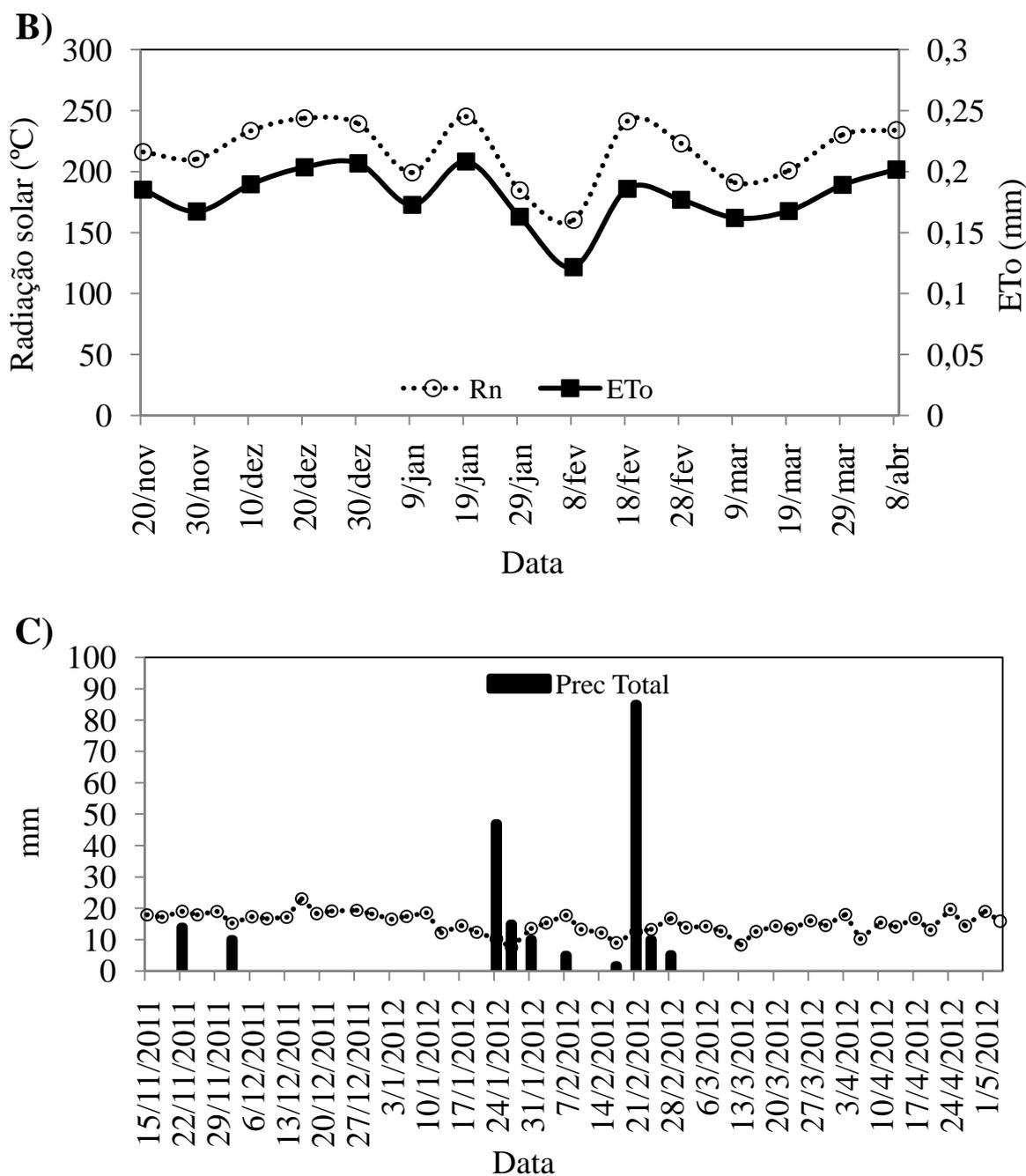


Figura 1 Resumo das análises referentes à temperatura e umidade relativa do ar (A); radiação solar (B) e precipitação ‘mm’ (C) em Lagoa Seca –PB, disponibilizadas pela EMEPA.

2.2 Instalações do experimento

O experimento foi instalado em campo sob irrigação por gotejamento, cuja fonte de água foi o açude existente no local da pesquisa, o qual recebe, diariamente, esgotos domésticos, sem tratamentos, provenientes de residências da Vila Florestal e de

currel de bovinos localizado próximo ao manancial. Após a poda, o experimento foi irrigado com águas provenientes desse açude, filtradas convenientemente para retirar a matéria orgânica em suspensão e logo após foram salinizadas artificialmente e armazenadas em cinco caixas de água de 3000L.

As sementes utilizadas no experimento são da seleção FT-02, cedidas pela Fazenda Tamanduá (Santa Terezinha, PB). A semeadura foi realizada em fevereiro de 2009 no viveiro de mudas do local da pesquisa, após seleção rigorosa das sementes, eliminou-se as defeituosas e com indícios de fungos, ataques de insetos e danos mecânicos.

No dia 18 março de 2011 foi realizado a poda, deixando cada exemplar de pinhão-manso com o mesmo perfil, uma altura de 80 cm deixado 3 ramos principais.

2.3 Delineamento estatístico de experimento

Os níveis de condutividade elétrica da água (CEa) foram aplicados na mesma lâmina de irrigação (100% da ETo) determinada a partir da evapotranspiração de Referência (ETo) pelo método (PENMAN, 1956 ; MONTEITH ,1965). Foram testadas cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação: CEa (N1 = 1,20; N2 = 1,80; N3 = 2,40; N4 = 3,00 e N5 = 3,60 dS m⁻¹, a 25 °C).

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas no espaço, com 5 tratamentos e 3 repetições, totalizando 15 parcelas experimentais. Cada parcela contendo 18 plantas (9 x 7,5/m) teve uma área total de 67,5/m² e uma área útil de 15,0/m² com 4 plantas úteis. (FIGURA 2)

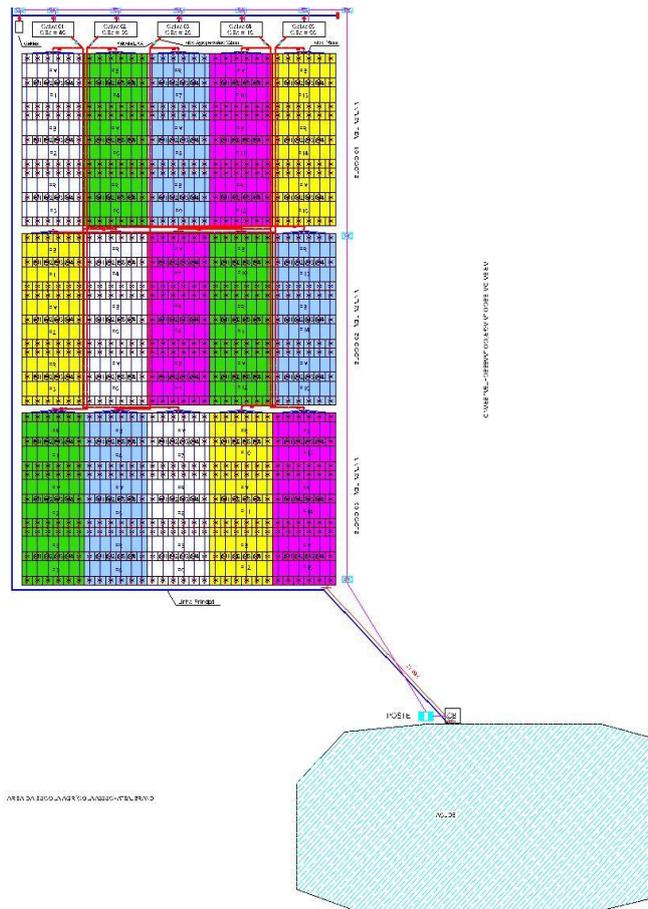


Figura 2: Representação do experimento no qual as parcelas na cor branca possui CEa de $3,0 \text{ dSm}^{-1}$, as parcelas na cor verde possuem CEa de $2,4 \text{ dSm}^{-1}$, as parcelas na cor azul = CEa de $1,8 \text{ dSm}^{-1}$, as parcelas na cor rosa = CEa de $1,2 \text{ dSm}^{-1}$, as parcelas na cor amarela = CEa de $3,6 \text{ dSm}^{-1}$ e as parcelas na cor marrom = CEa de $0,0 \text{ dSm}^{-1}$

2.4 Características do solo do experimento

A área do experimento (Neossolo Regolítico Eutrófico) é declivosa (até 15%), com solo profundo, textura arenosa, boa drenagem, fertilidade moderada o qual apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH em H_2O 5,1, P 0,3, (mg dm^{-3}), K^+ 0,5, Na^+ 0,4, Ca^{+2} 3,7, Mg^{+2} 6,5, Al^{+3} 5,0, $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$ 28,9, T 40,0, ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), V 28,0 (%), MO 3,6, N 0,0 (g kg^{-1}), areia 81,44, silte 13,79, argila 4,77 (%), densidade do solo 2,85, densidade de partículas 1,52 (g cm^{-3}), porosidade 46,67 (%), umidade natural 0,30 (%), água disponível 1,43. De forma geral, são aptos para as principais culturas da região.

2.5 Salinização das águas

No preparo das águas foi utilizado o cloreto de sódio (NaCl) moído e sem iodo, cuja quantidade é determinada levando-se em consideração a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), de acordo com o tratamento, por meio da equação $\text{mg L}^{-1} = \text{CEa} \times 640$, na qual a CEa representa o valor desejado (RHOADES, 2000; SILVA, 2008).

A CEa do açude foi determinada, sempre, antes de cada irrigação e antes da salinização das caixas de 3000 L (reservatórios para preparação das soluções salinas de acordo com a CEa desejada), para posterior irrigação do experimento. Este procedimento foi necessário para identificar com o auxílio de um condutivímetro digital a quantidade de sais em dS m^{-1} existente na água do açude. Com este dado, calculava-se a quantidade de NaCl em mg L^{-1} que foi acrescida nas caixas de 3000 L, conforme a CEa desejada. Nas irrigações posteriores, determinou-se o volume remanescente de cada caixa de 3000 L através de leitura da régua em cm existente nas caixas. Em seguida, feita a leitura da planilha de quantificação do volume em litros das caixas, determinando-se assim o volume remanescente. Com este dado, calculou-se o volume de água necessário para encher plenamente as caixas. Este volume era salinizado de acordo com a CEa desejada, repetindo-se o procedimento do parágrafo anterior.

2.6 Irrigação

A primeira irrigação com os sais aconteceu após o término do período chuvoso (novembro à fevereiro), tempo suficiente para a adaptação das plantas as condições de clima e solo do local do experimento e aptas a receber as irrigações com as águas correspondentes aos tratamentos. No experimento foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento com dois gotejadores autocompentes Katif (vazão média por gotejador 3,75 L por planta).

Em cada caixa com capacidade para 3000 litros de armazenamento da água de irrigação, uma bomba sápo monofásica Anauger 900 bombeou e pressurizou o sistema de irrigação.

A primeira irrigação serviu para elevar o solo à capacidade de campo (CC). Os volumes das regas posteriores variaram em função da Evapotranspiração de referência (ET_o) e do balanço hídrico climatológico e foram calculadas, utilizando-se um coeficiente cultural K_c igual a 1,0 ($K_c = \text{ETC}/\text{ET}_o$) (pinhões com 8 meses no campo e já produzindo), logo, a evapotranspiração da cultura (ET_c) foi igual a ET_o.

As irrigações subsequentes foram manejadas e controladas mediante uso de planilha eletrônica elaborada e foram realizadas, à medida de suas necessidades, as segundas-feiras e quintas-feiras, obedecendo a turnos de regas de 4 e 3 dias, respectivamente.

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) foi adotada a metodologia de (PENMAN, 1956 ; MONTEITH ,1965) (FAO), pois, quando são estabelecidos valores adequados para a resistência da cobertura vegetal, esse procedimento tem se mostrado superior aos demais métodos combinados na estimativa da evapotranspiração, para uma ampla variedade de climas, localidades e culturas, conforme apresentado por ALLEN et al.. (1998).

Os elementos meteorológicos (Temperatura do ar, Umidade relativa do ar, Precipitação pluvial, radiação global e velocidade do vento) necessários para a estimativa de ET_o pelo método de Penman-Monteith foram calculados na estação meteorológica automática (EMA) GroWeatherTM da EMEPA localizada nas imediações da área experimental.

O cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o) proposta por (PENMAN, 1956 ; MONTEITH ,1965) passaram por algumas parametrizações, tais como: resistência estomática de 70 S m⁻¹ e a altura da grama fixada em 0,12m, proposta pelo boletim FAO-56 (ALLEN et al., 1998), com isso através da Equação abaixo, será obtida a evapotranspiração de referência.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \left(\frac{900U_2}{T+237}\right)(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)}$$

Em que:

ET_o é a evapotranspiração de referência diária (mm), **Rn** é o saldo diário de radiação (MJ m⁻²), **G** é o fluxo de calor no solo diário (MJ m⁻²), **T** é a temperatura média diária do ar (°C), **U₂** é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s⁻¹), **e_s** é a pressão da saturação do vapor média diária (kPa), **e_a** é a pressão atual de vapor média diária (kPa), **S** é a declividade da curva de pressão de vapor no ponto de Tmed (kPa °C⁻¹), **γ** é o coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹).

As equações necessárias para calcular as lâminas e os tempos de irrigação foram as indicadas por BERNARDO et al. (2006).

O coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) foi determinado antes do início das irrigações através da metodologia proposta (BERNARDO et al., 2006) para se verificar a vazão média dos gotejadores.

2.7 Variáveis fisiológicas estudadas

2.7.1 Fluorescência da Clorofila 'a'

Foi realizada uma avaliação das variáveis: fluorescência basal ou inicial (F_o), fluorescência variável (F_v), fluorescência máxima ($F_m = F_o + F_v$), e eficiência do fotossistema II (relação F_v/F_m) (SCHOLLES & HORTON, 1993).

As medições foram realizadas com o auxílio do Fluorômetro PEA II – Plant Efficiency Analyser (Hansatech Instruments Co., UK), e as leituras foram realizadas no intervalo entre 6 as 18 horas, na quarta folha mais nova do ramo primário de uma planta útil de cada repetição, sendo o local da leitura submetida, previamente, ao escuro por pelo menos 30 minutos, mediante o uso de ‘clips’ (DURÃES, 2000).

2.7.2 Trocas gasosas (Transpiração, Condutância estomática e Fotossíntese líquida)

A transpiração ‘E’ ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), a condutância estomática ‘gs’ ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e a taxa de fotossíntese líquida foliar ‘A’ ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) foram determinadas por meio de um analisador de gás infravermelho (IRGA), portátil, modelo LCPro+ (ADC, UK), conforme metodologia descrita por MARENCO et al. (2001) e SANTOS JUNIOR et al. (2002). Os dados relativos às trocas gasosas foram obtidos a partir das curvas de resposta da fotossíntese à radiação, construídas variando-se o Fluxo de Fótons Fotossinteticamente Ativos (FFFA) entre zero e $1300 \mu\text{mol m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, totalizando dez pontos de radiação, com concentração de CO_2 constante. As leituras foram realizadas no período das 7 às 12 horas, na 4ª folha totalmente expandida de uma planta útil da parcela, nas três repetições, isentas de pragas e de qualquer outro sinal ou sintoma.

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica e submetidos às análises de variância e de regressão polinomial, utilizando-se do software estatístico SAEG. Os graus de liberdade dos fatores níveis de sais e lâminas de irrigação foram decompostos

em componentes de regressão polinomial por se tratarem de fatores quantitativos (SANTOS et al., 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível observar na (Figura 3 A) um decréscimo de 2.24% da fluorescência inicial à medida que os níveis de condutividade elétrica vão aumentando. Embora nos níveis de condutividade elétrica de 1,2 e 1,8 dS m⁻¹ a fluorescência inicial se manteve estável, os valores da F0 evidenciam que o aparelho fotossintético das plantas sob estresse salino foi significativamente afetado. FREIRE (2011) encontrou elevação de 4% na F0 em espécies de maracujá tratadas com água salina (4,5 dS m⁻¹), que foram elevadas de 532,8 para 555,8 elétrons quantum⁻¹.

A irrigação de plantas com água de maior teor salino influenciou negativamente a Fm (Figura 3B) com depleção de 1747,3 para 1587 elétrons quantum⁻¹, com queda de 9,34%. Para (LUCENA 2009), o estresse salino afeta negativamente a atividade fotossintética com alterações nos parâmetros do fotossistema II. CRUZ et al. (2009) também obtiveram redução da Fm de 2.220 para 1.680 elétrons quantum⁻¹ em seus estudos com tangerinas com a elevação do estresse causado por deficiência hídrica.

A Fv é um parâmetro da cinética rápida da fluorescência que representa o incremento ou decréscimo a partir da F0 até à Fm (LUCENA, 2009). Na Figura 3C pode-se constatar que a elevação do teor salino da água de irrigação reduziu a Fv das plantas de 1253,33 para 1231 elétrons quantum⁻¹, com decréscimos de 1.78% e inibiu a atividade fotoquímica nas folhas (MELO et al., 2010). Esse resultado também foi relatado por (LUCENA 2009) que encontrou decréscimos de até 40% na Fv de mangueira com a elevação do teor salino da água de irrigação.

Na figura 3D observa-se um decréscimo de 5,4% em Fm/Fv até a CEa de 3,6 dS m⁻¹. Tais resultados podem indicar uma diminuição na eficiência fotoquímica do fotossistema II quando doses crescentes de NaCl são aplicadas às plantas. Esse resultado é similar ao de (SILVA JÚNIOR et al 2009) que encontrou uma diminuição de 22% da eficiência fotoquímica do fotossistema II com o aumento da salinidade em pinhão-manso. (LEMOS FILHO 2000) explica que sob severo estresse hídrico, as plantas apresentam um efeito fotoinibitório, caracterizado por um decréscimo significativo no rendimento quântico potencial.

Tais resultados podem indicar uma diminuição na capacidade fotossintética quando doses crescentes de NaCl são aplicadas a este genótipo de pinhão estudado. (FREIRE 2011) explica que tais resultados evidenciam que as condições abióticas analisadas promovem danos no aparelho fotossintético das plantas, assim, comprometendo o FSII, com o decorrer do tempo de exposição ao fator estressante.

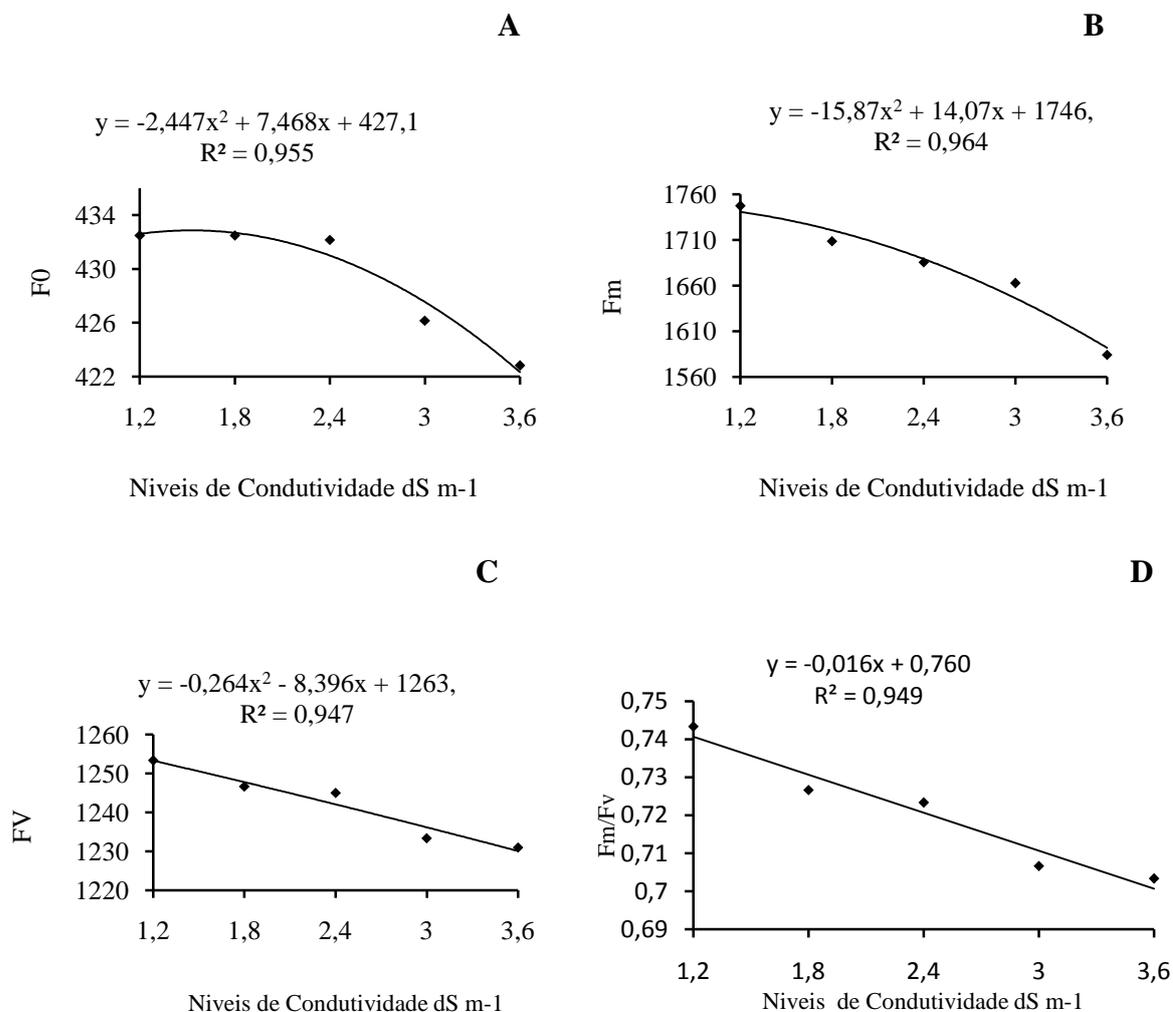


Figura 3 - Resumos das análises para as variáveis: Fluorescência inicial (A); Fluorescência máxima (B); Fluorescência variável (C) e Eficiência do fotossistema II (D) para plantas de pinhão manso sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação.

As variáveis de trocas gasosas (A , E , g_s , C_i , A/g_s e A/E) foram significativamente reduzidas com o aumento da concentração de sais e consequentemente a diminuição da disponibilidade de água no solo. O Aumento da

salinidade da água de irrigação inibiu linearmente a taxa fotossintética, taxa de transpiração e condutância estomática das plantas. Conforme indicado na FIGURA 4 (A, B, e C) os valores foram reduzidos de 1.168 para 0.703 mol m⁻² s⁻¹ significando um decréscimo de 39.81% (FIGURA 4A); 0.368 para 0.278 mol m⁻² s⁻¹ (FIGURA 4B) e 0.013 para 0.005 mol m⁻² s⁻¹ (FIGURA 4C).

A redução da condutância estomática (gs) causada pela salinidade da água de irrigação na maioria das avaliações realizadas também foi observada por MARINHO et al (2005) ao analisarem as alterações fisiológicas em coqueiro irrigado com água salina. Eles constataram decréscimos lineares da gs em função do aumento da CEa, sendo de 4,30%, por aumento unitário da CEa.

Este fechamento parcial dos estômatos pode ser decorrente da redução da condutividade hidráulica do sistema radicular, em função do aumento da suberização e lignificação dos tecidos vasculares das raízes de plantas sob estresse salino (PEYRANO et al., 1997).

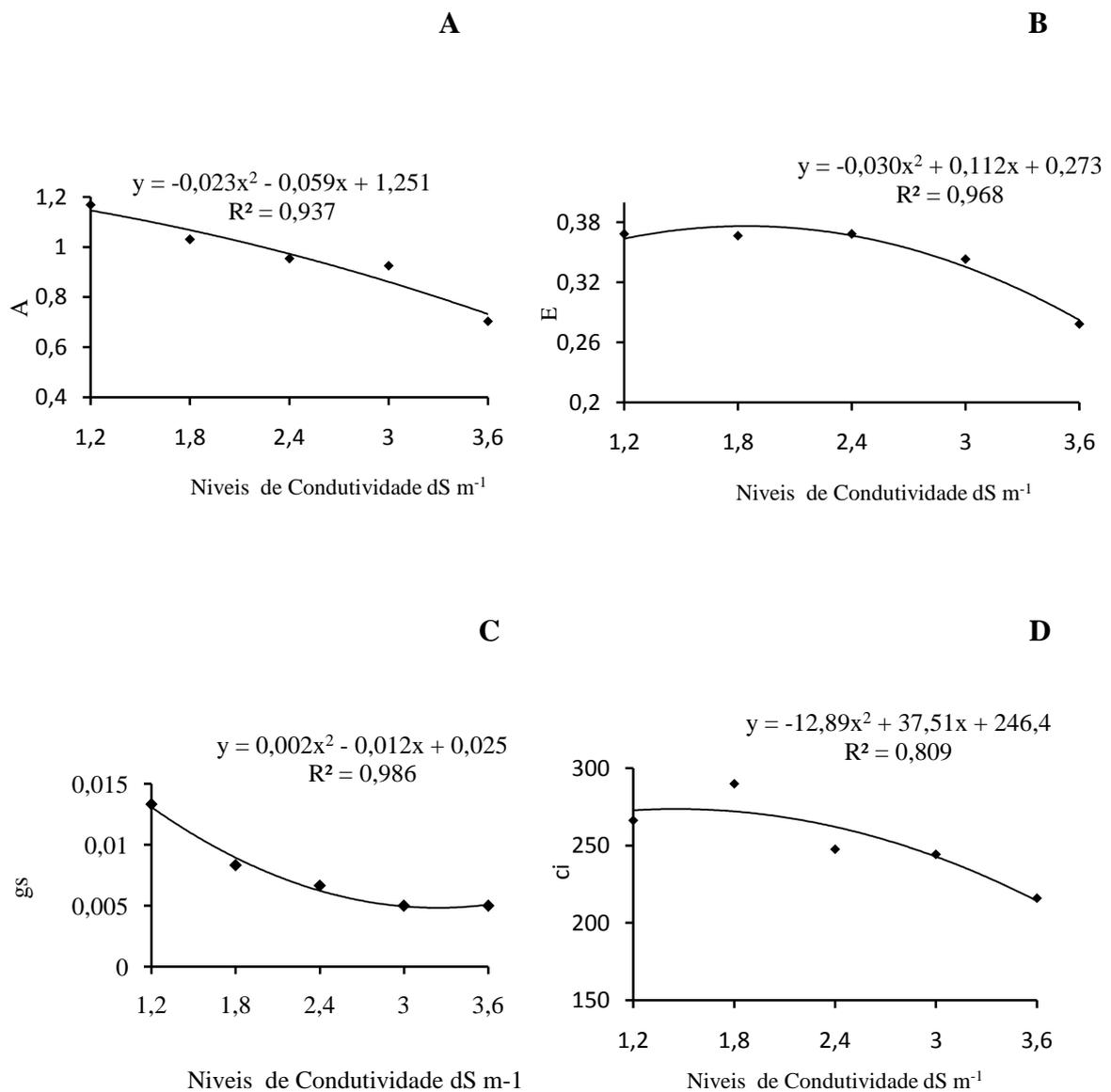
A concentração interna de CO₂ (Figura 4D) também expressou um decréscimo reduzindo de 266.33 para 216 mol m⁻² s⁻¹, essa redução equivale a 18.89%. DUBEY (1997) também constatou decréscimos na concentração interna de CO₂ ao avaliar espécies diferentes de plantas submetidas a estresse hídrico. Segundo este autor, independente da espécie utilizada, o estresse salino provoca decréscimo na concentração interna de CO₂.

Segundo (NI e PALLARDY, 1992), é normal em condições de estresse hídrico, as plantas apresentarem decréscimos paralelos de A e gs. (ROZA 2012) explica que em espécies de pinhão a sensibilidade de gs demonstrada indica uma forte regulação estomática permitindo à planta menor transpiração controlando a perda de água e diminuindo os possíveis danos a planta. CORNIC (2000) explica que a diminuição de A pode ser um processo de restrição difusiva de CO₂ realizada pelos estômatos. Com o aumento dos valores de Ci e um aumento de gs, as limitações estomáticas seriam o fator principal da limitação do desempenho fotossintético. Porém, no presente estudo, ambos os valores decresceram indicando que talvez as limitações estomáticas não sejam o fator principal da limitação do desempenho fotossintético.

Os valores obtidos no presente estudo foram inferiores aos encontrados por (SANTOS 2008) cerca de 8,0 mol m⁻² s⁻¹ em plantas de *J. curcas*. Ele explica que essas diferenças podem estar associadas às condições edafoclimáticas de cada região.

Fatores como temperatura, o estado nutricional das plantas e os fatores genéticos também podem ser as causas destas diferenças.

Foi possível observar que houve também um decréscimo das eficiências de uso da água com a imposição do estresse salino cujos valores de A/gS (Figura 4E) passaram de 161.125 para 92 mol⁻¹ com queda de 42,9% e os valores A/E (Figura 4F) passaram de 2.34 para 1.84mol⁻¹ com queda de 21,36%. Isso não ocorreu no estudo de (ROZA2010) o qual relatou aumento nas razões A/E e A/gS com o decréscimo de gS. E explicou ainda, que o fechamento dos estômatos contribuiu para aperfeiçoar a eficiência no uso da água nas plantas sob estresse.



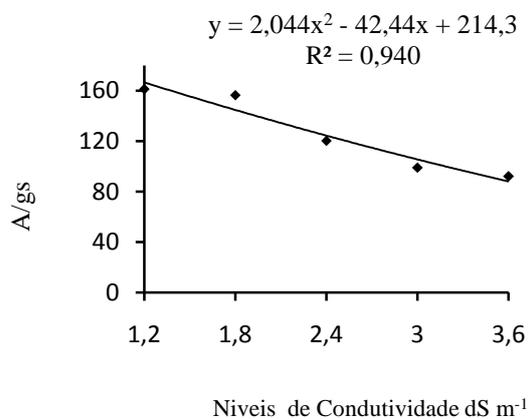
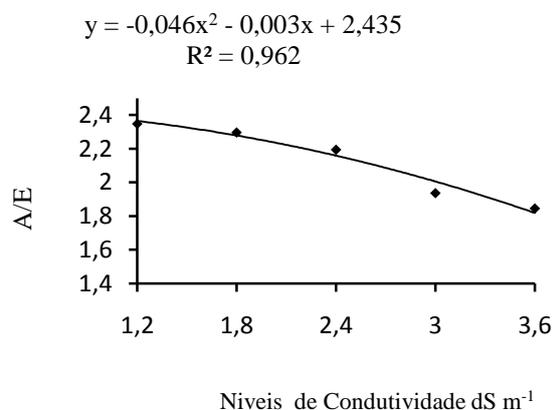
E**F**

FIGURA 4: Resumos das análises de variância para as variáveis: taxa de fotossíntese líquida (A); Transpiração (B); condutância estomática (C); concentração interna de CO² (D); Eficiências de uso da água intrínseca (E) e Eficiências de uso da água instantânea (F) para plantas de pinhão manso sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação.

4. CONCLUSÃO

A concentração de sal apresentou efeito significativo sobre as variáveis; eficiência fotossintética e trocas gasosas (transpiração, condutância estomática e fotossíntese líquida) de *J. curcas* nas condições em que foram submetidas neste estudo.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; SILVA J.C.; GODOI A.R.; CARMO C.A.; EDUARDO J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 37, 2008

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D., et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. Ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006.

CORNIC, G., Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture not by affecting ATP synthesis. **Trends Plant Science**, 2000

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 896 – 901, 2009.

DUBEY, R. S. 1997. **Photosynthesis in plants under stressful conditions**. p.859-876. In: Pessaraki, M. (ed). Handbook of photosynthesis. New York: Marcel Dekker.

FREIRE, J. L. O., **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia: UFPB/CCA, 2011. Disponível em: < HTTP://www.scielo.org> Acesso em 10 Junho 2012

HENNING, R. K., 1999. **The Jatropha System in Zambia – Evaluation of the existing Jatropha activities and proposals for an implementation strategy in Southern Province of Zambia**. Disponível em: <http://www.jatropha.de/zimbabwe>. Acesso em: 25 fev. 2009.

LEMOS-FILHO, J. P. Fotoinibição em três espécies do cerrado (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysentericae* *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa. **Revista brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 45-50, 2000.

LUCENA, C. C. **Crescimento vegetativo, absorção de nutrientes e trocas gasosas em mangueiras submetidas a estresse salino**. Viçosa. 2009. 178f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa. 2009.

MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73 – 79, 2010.

MONTEITH, J. L. **Evaporation and environment**. Symp. Soc. Expl. Biol., n. 19, p. 205 - 234, 1965.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p.551-558, 2009.

NI, B. P, S. G., Stomatal and non stomatal limitation to net photosynthesis in seedlings of woody angiosperms. **Plant Physiology**, 1992

PENMAN, H. L. **Evaporation : an Introductory Survey**. Neth. J. Agric. Sci, n. 4, p. 9 – 29. 1956.

PEYRANO, G.; TALEISNIK, E.; QUIROGA, M.; FORCHETTI, S. M.; TIGIER, H. **Salinity effects on hydraulic conductance, lignin content and peroxidase activity in tomato roots**. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.35, p.387-393. 1997.

PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O.A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M.; **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUZA, J. R. de; QUEIROZ, J. E. FAO: Irrigação e Drenagem. Campina Grande: UFPB, n. 48, 2000. 117p.

RIBEIRO, M.C.C.; MARQUES, B.M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.281-284, 2001;

ROZA, F.A; **Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas a deficiência hídrica**; Ilhéus, BA : UESC, 2010.

SANTOS, J. W. dos; **Estatística Experimental Aplicada**. 2.ed. Revisada e Ampliada. Campina Grande: Embrapa Algodão/ Universidade Federal de Campina Grande, 2008

SILVA, L. L. **Estudo de qualificação de óleos residuais visando à obtenção de biodiesel**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2008

SILVA JÚNIOR, I.M; WANDERLEY FILHO, H.C.L; SOUZA, F.C. Trocas gasosas e rendimento quântico máximo do fotossistema II de pinhão-mando (*Jatropha curcas* L.) sob estresse salino. **Revista brasileira de Botânica**, 2009.

STORCK BIODIESEL. **O que é o biodiesel?** Curitiba. Disponível em: < [HTTP://www.storckbiodiesel.com.br](http://www.storckbiodiesel.com.br)> Acesso em: 25 maio 2012.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.19, p.503-527, 2003.