



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

**GLEDSON ADAM DE OLIVEIRA SANTOS**

**Trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)  
cultivado sob diferentes lâminas de água residuária**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2012**

GLEDDSON ADAM DE OLIVEIRA SANTOS

**Trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)  
cultivado sob diferentes lâminas de água residuária**

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

S237t

Santos, Gledson Adam de Oliveira.

Trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) cultivado sob diferentes lâminas de água residuária [manuscrito] / Gledson Adam de Oliveira Santos. – 2012.

16 f. : il.

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”

1. Cultivo vegetal. 2. Pinhão manso 3. Irrigação.  
I. Título.

21. ed. CDD 633

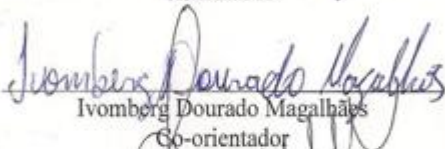
**GLEDSON ADAM DE OLIVEIRA SANTOS**

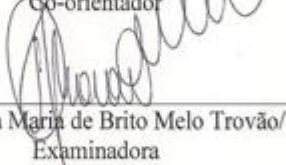
**Trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)  
cultivado sob diferentes lâminas de água residuária**

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

  
Prof. Dr. Valéria Veras Ribeiro / UEPB  
Examinadora

## Trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) cultivado sob água residuária

SANTOS, Gledson Adam Oliveira

### RESUMO

O pinhão-manso pode ser considerado como um cultivar de grande importância econômica, devido à capacidade de suas sementes armazenarem quantidade significativa de óleo, sendo matéria-prima para a produção de biodiesel, é denominado como uma cultura silvestre, devido à deficiência de informações agronômicas e fisiológicas dessas plantas. Objetivou-se neste trabalho avaliar as alterações nas trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão-manso submetido à aplicação de água residuária. O experimento foi feito em cinco lâminas de irrigação determinadas por cinco percentuais (25%, 50%, 75%, 100% e 125%) da evapotranspiração de referência. Foram analisados os valores da fluorescência mínima ( $F_0$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ), fluorescência máxima ( $F_m = F_0 + F_v$ ), relação  $F_v/F_0$  e eficiência do fotossistema II (relação  $F_v/F_m$ ) mais os dados referentes às trocas gasosas (transpiração, condutância estomática e fotossíntese líquida). Os dados foram avaliados depois de 70 dias de aplicação da irrigação e verificou-se que as lâminas surtiram efeito positivo com acréscimo das variáveis estudadas até o percentual de 75%, mantendo-se em 100% e apresentando uma tendência negativa a partir deste ponto.

**Palavras-chave:** estresse hídrico; fluorescência; irrigação.

### ABSTRACT

*Jatropha curcas* can be regarded as a cultivar of great economic importance due to their ability to store significant amount of seed oil and raw material for biodiesel production, is termed as a wild crop, due to lack of agronomic and physiology information of these plants. The objective of this study was to evaluate the changes in gas exchange and photosynthetic efficiency in jatropha submitted to the application of wastewater. The experiment was done in five irrigation determined by five percent (25%, 50%, 75%, 100% and 125%) of the reference evapotranspiration. Were analyzed the values of minimal fluorescence ( $F_0$ ), variable fluorescence ( $F_v$ ), maximal fluorescence ( $F_m = F_0 + F_v$ ), compared  $F_v / F_0$  and efficiency of photosystem II ( $F_v / F_m$  ratio) plus the data on gas exchange (transpiration, stomatal conductance and net photosynthesis). Data were evaluated 70 days after application of the irrigation and it was found that the blades have produced a positive effect of the variables to increase the percentage until 75%, been maintained at 100% and having a negative after this point.

**Keywords:** water stress, fluorescence, irrigation

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas necessitam de condições essenciais para que possam realizar seu metabolismo, garantindo, assim, a sua sobrevivência, sendo a água a principal condição, visto que a mesma representa cerca de 75% da composição molecular dos seres vivos. No entanto, uma quantidade excessiva ou limitante, pode ser considerada como um estresse hídrico, o que pode ocasionar ao vegetal uma série de alterações metabólicas que incluem a síntese de etileno, queda das folhas, diminuição da área foliar, entre outros. Tais alterações afetam diretamente os seus aspectos fisiológicos.

Pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca, a *Jatropha curcas* L., é um arbusto com crescimento rápido, caducifólio, podendo atingir até mais que cinco metros de altura, apresenta caule liso e de lenho mole com raízes curtas e pouco ramificadas (MATOS, 2010). Conhecida popularmente como pinhão-manso pode ser encontrado praticamente em todas as regiões intertropicais do planeta, estendendo sua ocorrência à América Central, Índia e Filipinas. No Brasil, é cultivado da região Nordeste até os estados de São Paulo e Paraná, com distribuição vasta devido à suas características rústicas e fácil adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (Brasil, 1985), tendo como principal local de desenvolvimento regiões de seca, no cerrado e caatinga (DEGHAN & SCHUTZMAN, 1994).

O pinhão-manso pode ser considerado como um cultivar de grande importância econômica, devido à capacidade de suas sementes armazenarem quantidade significativa de óleo, sendo matéria-prima para a produção de biodiesel (MATOS, 2010). Segundo COELHO (2010), além de ser uma cultura que apresenta uma boa perspectiva de produção de matéria-prima para as indústrias beneficiadoras de biodiesel, também se obtêm das cascas dos frutos dessa espécie matéria necessária para a produção de carvão vegetal e papel.

O pinhão-manso é considerado como uma cultura silvestre, (FAIRLESS, 2007), devido à deficiência de informações agrônômicas e fisiológicas dessas plantas. Com isso, surgem preocupações no cultivo do mesmo tais como os seus mecanismos de resistência à seca e de não se conhecer nenhum grau de melhoramento (MAES, et al. 2009). Devido a esta rusticidade, tem se empregado meios de facilitar a domesticação desta espécie vegetal, uma técnica que se vem utilizando é a poda, feita desde o transplante até o quarto ano de idade da planta (SEVERINO et al., 2006), com a

poda a planta terá o seu tamanho reduzido, facilitando a coleta dos frutos que dar-se nas extremidades apicais e o favorecimento do desenvolvimentos de novas gemas laterais.

Para (SILVA, 2001), em condições de baixa disponibilidade de água no solo, muitas atividades metabólicas nas plantas podem ser ativamente influenciadas, como o fechamento dos estômatos, o declínio na taxa de crescimento, o acúmulo de solutos e antioxidantes e a expressão de genes específicos de estresse. O estresse hídrico, afeta o processo fotossintético devido a efeitos estomáticos e não estomáticos, sendo o efeito estomático um evento primário que leva a uma menor disponibilidade de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares, reduzindo sua assimilação nos cloroplastos (FARIA et al. 1996). Em vista da baixa taxa pluviométrica em regiões áridas e semi-áridas, e onde não se dispõe de reservatórios hídricos suficientes, a aplicação de águas superficiais poluídas no solo mostrou-se um alternativa viável para a irrigação de cultivos. A utilização da água residuária neste sentido aumentou significativamente nos últimos anos, devido a raridade de fontes alternativas e devido a segurança de que os riscos à saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, caso forem tomadas as precauções adequadas (HESPANHOL, 2003).

Cerca de 98% da água absorvida do solo, a planta a transfere para a atmosfera; com isso, o consumo de água pelas plantas normalmente se refere a água perdida pela transpiração, o que difere do consumo de água em projetos de irrigação que se baseiam na evaporação e transpiração (evapotranspiração) (GRANIER, 1985).

Durante o estresse hídrico, tem-se notado uma grande redução do CO<sub>2</sub> intracelular, em razão do fechamento dos estômatos, e do rendimento do fotossistema 2 (BAKER, 1991). Além disso, também tem-se relatado limitações em componentes não estomáticos com prejuízos no processo da fotossíntese 2 (ANGELOPOULOS et al., 1996).

Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de avaliar as alterações nas trocas gasosas e eficiência fotossintética em pinhão-manso submetido à aplicação de água residuária.

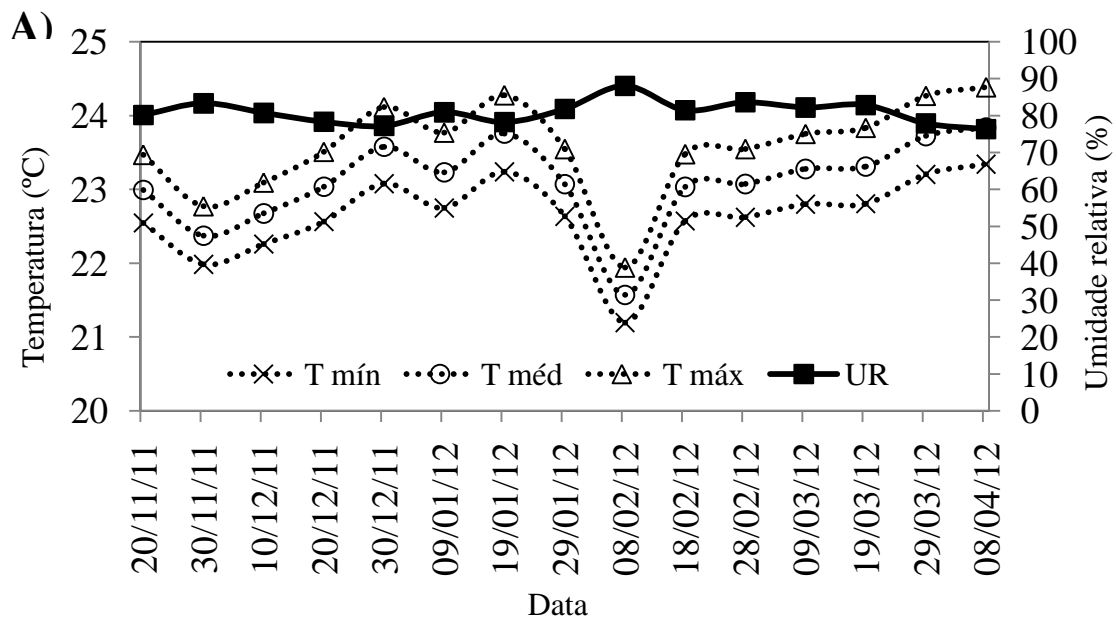
## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Local do experimento

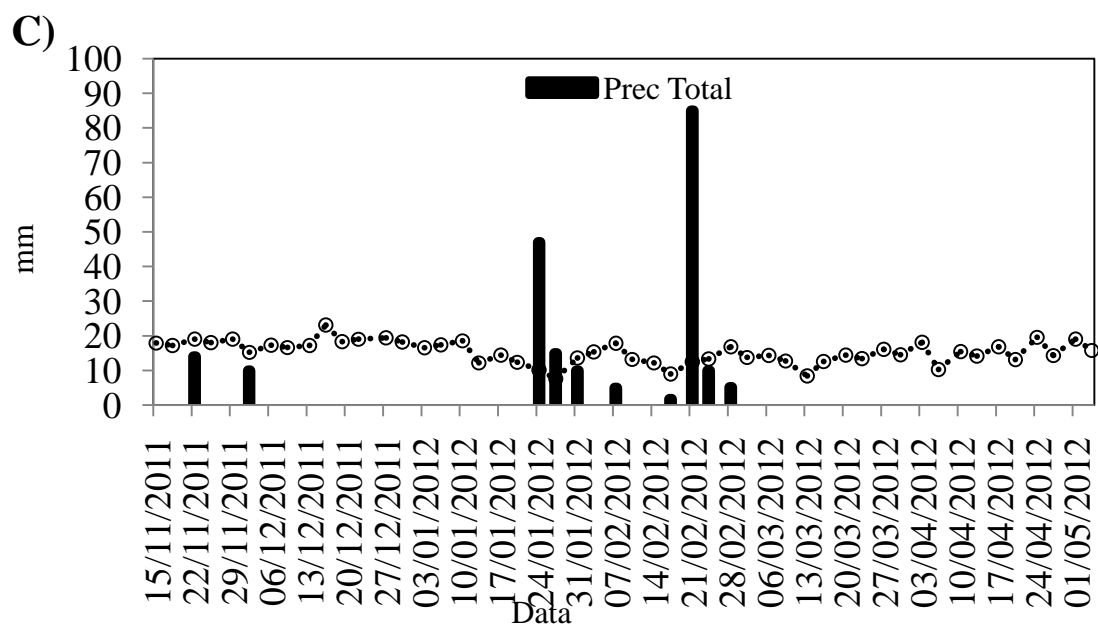
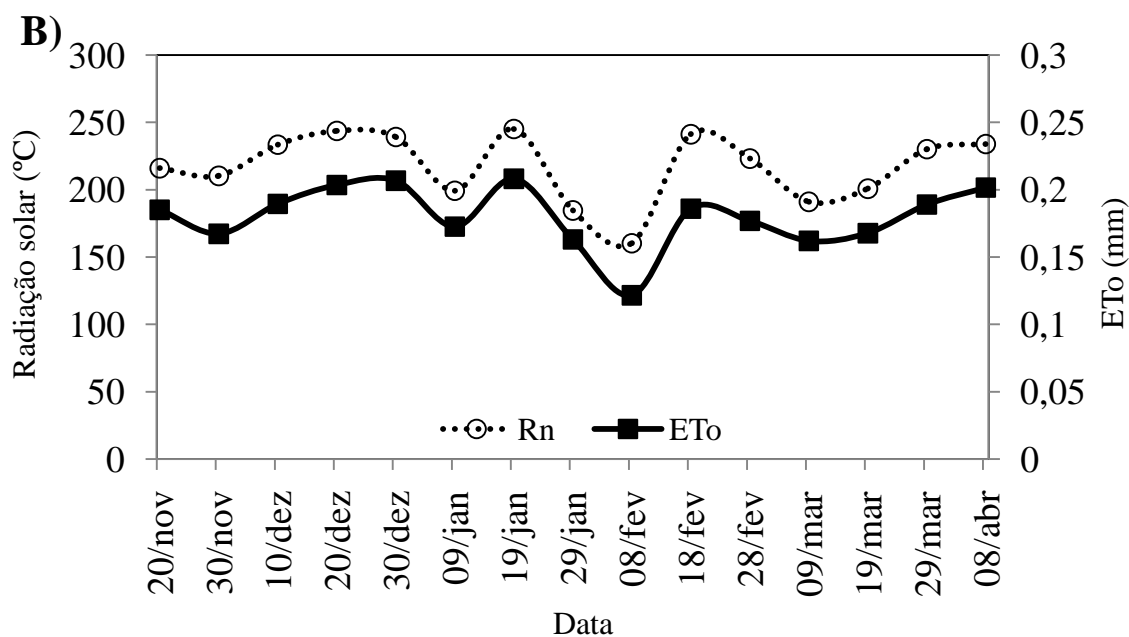
O trabalho foi desenvolvido em condições de campo, em área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 09' S; longitude 35° 52' W e altitude 634 m.

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 se deram após a realização da poda e foram executadas no período de cinco meses - de novembro de 2011 até março de 2012.







**Figura 1:** Dados referentes à temperatura e umidade relativa do ar (A); radiação solar (B) e precipitação ‘mm’ (C), Lagoa Seca-PB.

## 2.2 Organização do experimento

Foi instalado o experimento de campo sob irrigação por gotejamento, cuja fonte de água é do açude existente no local da pesquisa, o qual recebe, diariamente, esgotos domésticos, sem tratamentos, provenientes de residências da Vila Florestal e de curral 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.

As sementes do pinhão-mansó 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-mansó com o mesmo perfil, uma altura de 80 cm deixado 3 ramos principais.

### **2.3 Delineamento estatístico de experimento**

No experimento foram avaliados o fator de espécie de pinhão' e 'lâminas de irrigação'. Espécie de pinhão (EP): pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.), e Lâminas de irrigação (LI): 5 lâminas de irrigação (mm), determinadas a partir de 5 percentuais (25%, 50%, 75%, 100% e 125%) da evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>) (100%) determinada pelo método de (PENMAN, 1956) e (MONTEITH, 1965). Combinando-se a espécie de pinhão (EP) com as cinco lâminas de irrigação (LI), formaram-se 5 tratamentos.

### **2.4 Características do solo do experimento**

A área dos experimentos (Neossolo Regolítico Eutrófico) é declivoso (até 15%), com solo profundo, textura arenosa, boa drenagem, fertilidade moderada. De forma geral são aptos para as principais culturas da região.

### **2.5 Irrigação**

A primeira irrigação com a água superficial poluída procedeu-se após o término do período chuvoso (novembro á fevereiro), tempo suficiente para a adaptação das plantas às condições de clima e solo do local do experimento e aptas a receber as irrigações. No experimento utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento com dois gotejadores autocompesantes Katif (vazão média por gotejador 3,75 L por planta).

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

As irrigações subsequentes foram manejadas e controladas mediante uso de planilha eletrônica elaborada e foram realizadas, quando necessárias, às segundas-feiras e quintas-feiras, obedecendo a turnos de regas de 4 e 3 dias, respectivamente.

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi-se adotada a metodologia de PENMAN (1956) e 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<sub>o</sub> pelo método de Penman-Monteith foram calculados na estação meteorológica automática (EMA) GroWeather™ da EMEPA localizada nas imediações da área experimental.

O cálculo da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) proposta por PENMAN (1956) e MONTEITH (1965) passaram por algumas parametrizações, tais como: resistência estomática de 70 S m<sup>-1</sup> 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.

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

Em que:

ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração de referência diária (mm), Rn é o saldo diário de radiação (MJ m<sup>-2</sup>), G é o fluxo de calor no solo diário (MJ m<sup>-2</sup>), T é a temperatura média diária do ar (°C), U<sub>2</sub> é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>), e<sub>s</sub> é a pressão da saturação do vapor média diária (kPa), e<sub>a</sub> é a pressão atual de vapor média diária (kPa), S é a declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T<sub>med</sub> (kPa °C<sup>-1</sup>), γ é o coeficiente psicrométrico (kPa °C<sup>-1</sup>).

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.

## **2.6 Variáveis fisiológicas estudadas**

### **a) Fluorescência da Clorofila 'a'**

Foi realizada uma avaliação das variáveis: fluorescência basal ou inicial ( $F_0$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ), fluorescência máxima ( $F_m = F_0 + F_v$ ), relação  $F_v/F_0$  e eficiência do fotossistema II (relação  $F_v/F_m$ ) (SCHOLES & HORTON, 1993).

Para as medições foi utilizado o Fluorômetro PEA II – PlantEfficiencyAnalyser (HansatechInstrumentsCo., 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).

### **b) 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, que foram 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  $\text{CO}_2$  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.

## **2.7 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.

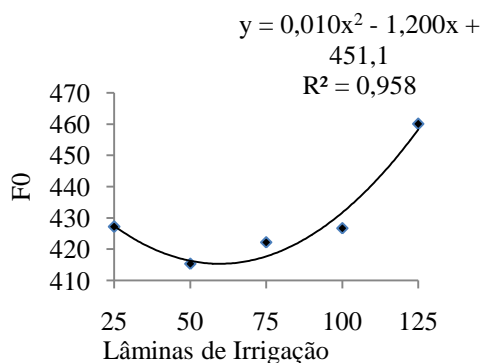
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis fisiológicas foram estudadas ao fim do período de irrigação (70 dias), obtendo os seguintes resultados, visualizados na figura 2.

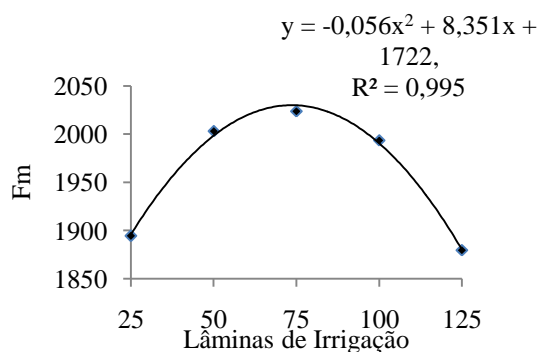
Na (figura 2A) pode-se observar os resultados obtidos para a variável de fluorescência mínima em função dos níveis de lâminas baseados na evapotranspiração(ETo), no qual obteve um aumento considerado à medida que se aumentava o teor da lâmina. Em uma revisão de literatura, (CAMPOSTRINI, 2001) relata que os níveis de F0 não obedecem uma constante e podem variar a qualquer análise, devido às condições ambientais e fisiológicas da planta, o que pode explicar o motivo pelo qual os níveis da fluorescência mínima não seguiu o mesmo padrão das outras variáveis fisiológicas estudadas, visto que obteve um valor mínimo na lâmina de 75% da Evo.

Referentes à fluorescência máxima, fluorescência variável e rendimento quântico potencial máximo de FS 2 respectivamente (Figura 2 B,C e D), observou-se um acréscimo paralelo onde houve um aumento significativo dos resultados entre as lâminas de 25 e 75. A partir desse ponto as taxas fisiológicas tiveram um decréscimo significativo.

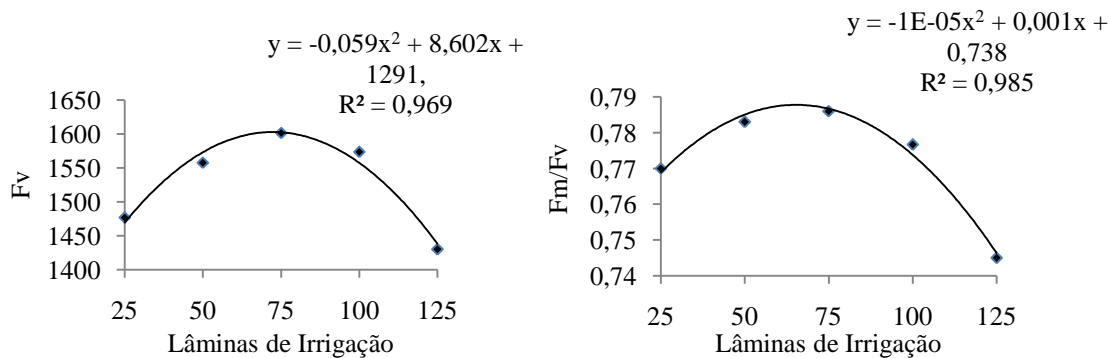
A fluorescência máxima (figura 2 B) mostra um acréscimo de 6,39% entre as lâminas de 25 e 75, logo em seguida os números sofrem um decréscimo de 7,1% entre as lâminas de irrigação 75 e 125; obtendo ponto máximo de 2033,37 à 74,56 de irrigação. A fluorescência variável (figura 2 C) seguiu o mesmo padrão da Fm com um acréscimo de 7,7% (1477,1 para 1601,5) seguido de um decréscimo de 10,6% (1601,5 para 1430,16). Assim, o rendimento quântico potencial máximo de FS 2 (figura 2 D) seguiu a mesma tendência com acréscimo de 12% e decréscimo de 5,12%.



A



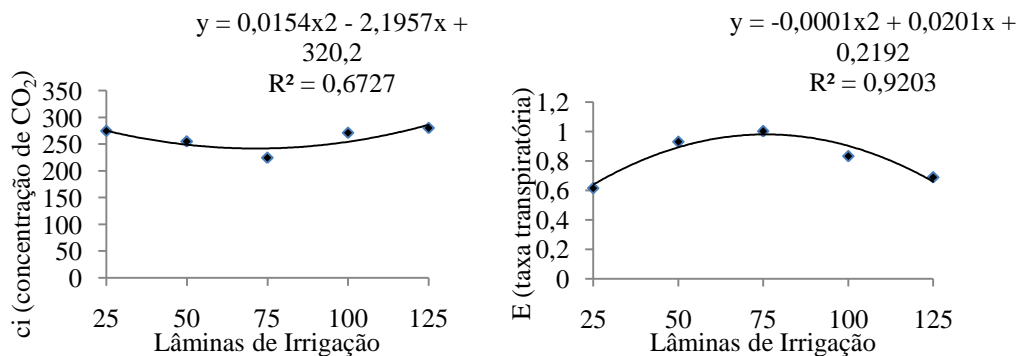
B

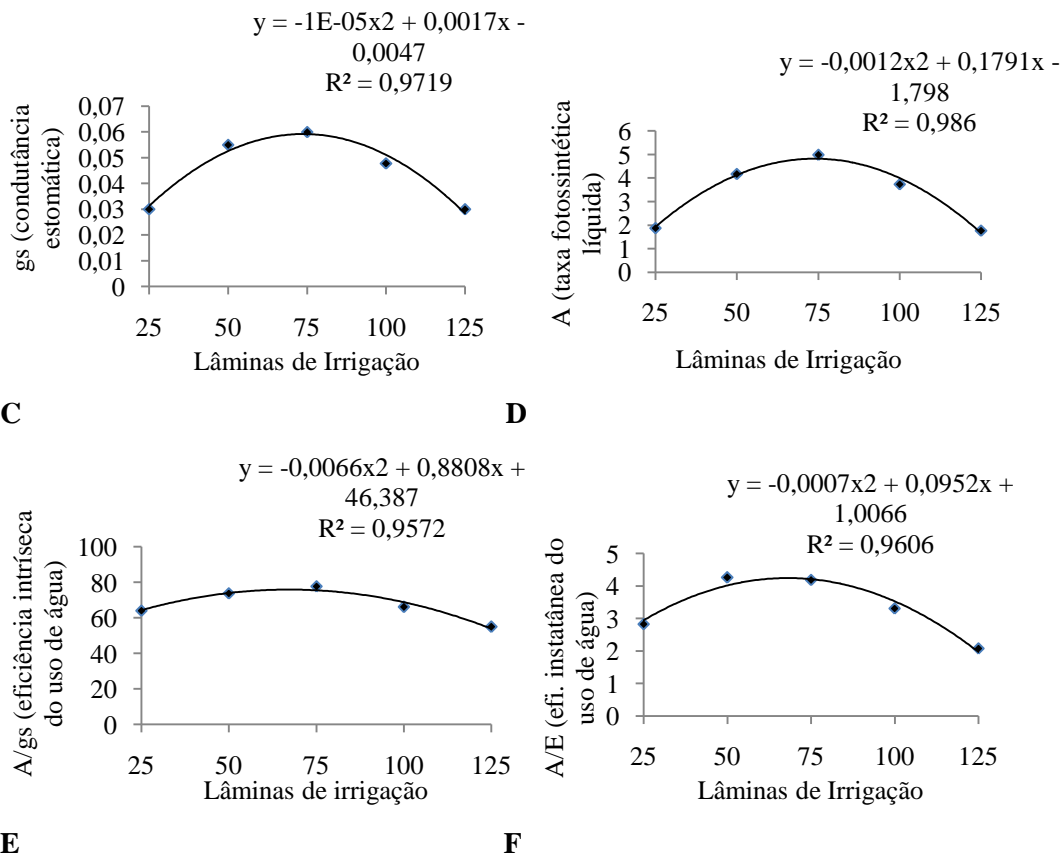


**Figura 2:** Variáveis fisiológicas de fluorescência mínima 'F0' (A); fluorescência máxima 'Fm' (B); fluorescência variável 'Fv' (C) e rendimento quântico potencial máximo de FS 2 'Fm/Fv' (D).

Esse acréscimo pode ser explicado segundo AZEVEDO et al(2006), onde relatou que a água residuária promove grande incremento na produção vegetal devido às altas concentrações de nitrogênio (N) dissolvido na mesma, quem tem papel importante no transporte de substâncias para o interior das plantas, assim a fotossíntese pode ser beneficiada. Contudo o decréscimo observado também foi notado por ROZA(2010), onde em condições de estresse hídrico, os teores de clorofila nas folhas podem ser reduzidos e afetam o processo fotossintético, assim nas lâminas de 100 e 125 ficou evidenciado estresse hídrico devido ao excesso de água utilizada na irrigação, visto que o pinhão manso é uma planta que melhor se desenvolve em condições de baixo teor hídrico(DEGHAN & SCHUTZMAN, 1994).

Os dados referentes às trocas gasosas (transpiração, condutância estomática e fotossíntese líquida), representados pela(figura 3) também foram estudas à 70 dias de irrigação e foi observados os seguintes resultados, no qual houve em todas as variáveis um acréscimo até a lâmina de 75, seguido de um decréscimo para as lâminas equivalentes a 100 e 125% da evapotranspiração.





**Figura 3:** Dados referentes às trocas gasosas ‘ci’ (A); taxa transpiratória ‘E’ (B); condutância estomática ao vapor de água ‘gs’ (C); taxa fotossintética líquida ‘A’ (D); eficiência intrínseca de uso da água ‘A/gs’ (E) e eficiência instantânea de uso da água ‘A/E’ (F).

Em relação à concentração de  $CO_2$  nos espaços intercelulares ( $\mu mol CO_2 mol^{-1}$ ) representado pela (figura 3 A), observou-se que os níveis mantiveram-se estáveis em ambas as lâminas de irrigação, o que pode ser explicado segundo (ROZA, 2010), que relatou que as concentrações de gás carbônico nos espaços intercelulares podem ser reduzidos na escassez de água, visto que os estômatos fecham-se para evitar a perda hídrica, no entanto nas lâminas de irrigação, a quantidade de água foi suficiente para manter os estômatos abertos e o  $CO_2$  constante.

Verificou-se em todas as variáveis fisiológicas relacionadas às trocas gasosas, um incremento até a lâmina de 75% e um acentuado decréscimo na lâmina de 125% da precipitação, com exceção da concentração de  $CO_2$  que manteve-se estável durante todo o experimento. ROZA (2010), estudando a eficiência da água em pinhão-manso, destacou que o estresse-hídrico provoca nas plantas uma diminuição no metabolismo da fotossíntese, o que comparado às lâminas estudadas neste trabalho, conclui-se que a alta concentração de água nas raízes dos pinhões decorrente das lâminas de 100% e 125% da taxa de precipitação (ETo), foi responsável por causar um estresse, acarretando o decréscimo observado nas variáveis em questão.

#### 4. CONCLUSÕES

O pinhão-manso cultivado sob irrigação apresentou melhores taxas de trocas gasosas (transpiração, condutância estomática e fotossíntese líquida) e eficiência fotossintética, quando realizada a reposição hídrica baseada em 75% da evapotranspiração.

#### 5. REFERÊNCIAS

- 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);
- ANGELOPOULOS, K., DICHIO, B., XILOYANNIS, C; Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering. **Journal Experimental Botany**, 47, p. 1093-1100, 1996;
- AZEVEDO, M. R. Q. A; KONIG, A; BELTRÃO, N. E. M; AZEVEDO, A. A. V; TAVARES, T. L; SOARES. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageio, **Ver. Brasileira de Ciências Agrárias**, v2, n.1, p.63-68 Recife, PE, 2007;
- BAKER, N. R; A possible role for photosystem II in environmental perturbation of photosynthesis. **Physiologia Plantarum**, 81, n.4, p. 563-70, 1991;
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. Ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006;
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretária de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília, STI/CIT, 1985, 364p. (Documentos, 16).
- CAMPOSTRINI, E. **Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas**, 2001 (Apostila 31 páginas);
- COELHO, R. C. S.; **Interações e viabilidade do plantio consorciado de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.)**. Universidade Federal de São Carlos, Araras – SP, 2010;
- DEHGAN, B.; SCHUTZMAN. B. Contributions towards a monograph of neotropical *Jatropha*: phonetic and phylogenetic analysis. **Annals Missouri Botanical Garden**, St Louis, v.81, n.2, p.349-367, 1994;
- DURÃES, F. O. M; MAGALHÃES, P. C.; FERRER, J. L. R.; MACHADO, R. A. F. Adaptação de milho às condições de seca: 2. Florescimento e maturidade fisiológica de sementes de linhagens contrastantes para o parâmetro fenotípico IFMF. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Anais... Uberlândia: ABMS, 2000**. CD-Rom;
- FAIRLESS, D; **Biofuel: the little shrub that could maybe**; Nature 449:652-655, 2007;



FARIA, T., GARCIA-PLAZAOLA, J.I., ABADIA, A., CERASOLI, S., PEREIRA, J.S. & CHAVES, M.M. 1996. Diurnal changes in photoprotective mechanisms in leaves of cork oak (*Quercus suber*) during summer. **Tree Physiology**, 16: 115-123;

GRANIER, A., Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. **Annales Sciences Forestières**, 42, p. 193–200, 1985;

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. Bahia - Análise e dados. nº especial, v.13, Salvador-Ba. p.411-437, 2003;

MAES, W.H; TRABUCCO, A; ACHTEN, W.W.J; MUYS, B. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L; **Biomass and bioenergy** 33:1481-1485, 2009;

MARENCO, R.A.; GONÇALVES, J.F.C.; VIEIRA, G. 2001a. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in Central Amazonia. **Tree Physiology**, 21(18): 1311-1318;

MATOS, F.S; **Caracterização fisiológica da senescência foliar em populações de *Jatropha curcas* L**; Viçosa, MG, 2010;

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

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

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

SANTOS JUNIOR, U. M. ; GONÇALVES, J. F. C; CRUZ, A. A; VIEIRA, G. **Trocas gasosas e eficiência do uso da água em oito espécies arbóreas plantadas por atividade petrolífera na Amazônia Central**. In: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade, 2002, Belo Horizonte. V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade, 2002. v. 1. p. 446-447.;

SCHOLES, J. D. & HORTON, P. **Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements**. In: HENDRY, G. A. F. & GRIME, J. P. (edS). *Methods in comparative plant ecology*. London: Chapman & Hall, p. 130-135, 1993.

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; CARDOSO, G. D. e BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.50-54, 2006;

SILVA, S.R.S. **Composição química, avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial e deficiência hídrica de *Melaleuca alternifolia* Cheel crescida no Brasil**. 2001. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001;