



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADEMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO, FISILOGIA E RENDIMENTO DE
GENÓTIPOS DE MAMONEIRA SOB LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO**

ERIKA CARLA FERNANDES DE MACEDO

MARCOS ERIC BARBOSA BRITO

POMBAL, PB

2015

ERIKA CARLA FERNANDES DE MACEDO

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E RENDIMENTO DE GENÓTIPOS DE
MAMONEIRA SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia

Orientador: Marcos Eric Barbosa Brito

POMBAL – PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- M141c Macedo, Erika Carla Fernandes de.
Crescimento, aspectos fisiológicos e rendimento de genótipos de mamoneira sob laminas de irrigação / Erika Carla Fernandes de Macedo. – Pombal, 2015.
37 f. : color.
- Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar, 2015.
- "Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito".
Referências.
1. *Ricinus communis* L.(Mamona). 2. Estresse Hídrico. 3. Tolerância.
I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Título.

CDU 633.85(043)

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E RENDIMENTO DE GENÓTIPOS DE
MAMONEIRA SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada à
Coordenação Curso de Agronomia
da Universidade Federal de Campina
Grande, como um dos requisitos
para obtenção do grau de Bacharel
em Agronomia

Aprovada ou Apresentada em:

BANCA EXAMINADORA:

Orientador - Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Universidade Federal de Campina Grande

Examinador interno – Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira
Universidade Federal de Campina Grande

Examinador Externo - Pesquisador Dr. João Henrique Zonta
Embrapa Algodão

Pombal-PB

2015

DEDICATÓRIA

“Dedico essa monografia ao meu Orientador Rolando Enrique Rivas Castellón, que não se encontra mais presente entre nós. Por ele sinto eterna gratidão pela oportunidade oferecida de desenvolver trabalhos de pesquisas científicas ao seu lado. Sei que onde estiver, estará imensamente orgulhoso por ver a continuidade do seu projeto, que seu esforço não foi efêmero perante a comunidade acadêmica, e acima de tudo, permanece na memória de muitos.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos demais que contribuíram na minha batalha discente, ao coordenador do curso, Marcos Eric que me acolheu de braços abertos como sua orientanda, diante os fatos ocorridos, a universidade pela chance de concluir o curso de graduação e aos familiares e amigos pelo apoio sempre que necessário.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Mamona e suas Características.....	3
3	METODOLOGIA	7
3.1	Local.....	7
3.2	Sistema de produção.....	8
3.3	Procedimentos estatísticos.....	9
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1	Crescimento	9
4.2	Aspecto fisiológico	14
4.3	Produtividade	19
5	CONCLUSOES	23
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

RESUMO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de destacada importância no Brasil e no mundo, já que pode ser utilizada em diferentes áreas da indústria, sendo, também, bastante resistente à seca, sendo uma alternativa para plantio em áreas do semiárido brasileiro, todavia, é de grande importância identificar materiais com maior potencial econômico e que necessitem de uma menor demanda hídrica. Assim, objetivou-se estudar o crescimento, as trocas gasosas e a produtividade de seis genótipos de mamoneira submetidas a diferentes lâminas de irrigação. O experimento foi realizado na microrregião de Sousa, PB, utilizando-se de um delineamento de blocos ao acaso, sendo a distribuição dos tratamentos em parcelas subdivididas em faixas, sendo a irrigação o fator primário e os genótipos o fator secundário. As lâminas de irrigação corresponderam a 25%, 50%, 75% e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), e os genótipos de mamoneira foram: BRS-ENERGIA, Genótipo CNPAM 2001 – 42, Genótipo CNPAM 2001 – 49, Genótipo CNPAM 2001 – 5, Genótipo CNPAM 2001 – 50, Genótipo CNPAM 2009-7. Procedeu-se avaliações de variáveis de crescimento, trocas gasosas e de produtividade das plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o teste 'F', seguindo de análise de regressão para o fator lâmina de irrigação em cada genótipo de mamoneira avaliado. Os níveis de irrigação correspondentes a 50% e 75% de ETc são os mais recomendados para o cultivo da mamoneira no semiárido da Paraíba, independente do genótipo. A BRS Energia é, entre os genótipos, o mais recomendado para o sistema de produção de mamona no semiárido, podendo-se usar a lâmina estimada de 64% da ETc. O genótipo CNPAM 2009 - 7 apresenta menor produção, não sendo indicado para o cultivo entre os genótipos estudados. O genótipo CNPAM 2001 - 49 é o que possui maior tolerância ao estresse hídrico, sendo recomendado para compor programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, estresse hídrico, tolerância.

The castor bean (*Ricinus comiunis* L.) is an oilseed crop of outstanding importance in Brazil and the world, since it can be used in different areas of industry, and it is also very resistant to drought, and an alternative for planting in areas of the Brazilian semi-arid however, it is of great importance to identify materials with greater economic potential and requiring lower water demand. The objective was offhis work to analyze the growth, gas exchange and the yield of six castor bean genotypes under different irrigation levels. The field experiment was conducted in Sousa, PB, with drip irrigation system. The treatment compreses four rrigation leveled (25,50,75 and 100) as six castor bean genotypes BRS-ENERGY, Gen CNPAM 2001-42, Gen CNPAM 2001-49, Gen CNPAM 2001-5, Gen CNPAM 2001-50, Gen CNPAM 2009-7. The was analyses growth variables, gas exchange and feed. The data were subjected to analysis of variance with the 'F' test, following regression analysis for irrigation level in each genotype evaluated. The irrigation levels corresponding to 50% and 75% ETc are the most recommended for the growth of castor bean in the semiarid region of Paraíba, regardless of genotype. Among the genotypes the BRS Energy the most recommended for growth in semiarid region, being able to use the estimated 64% of ETc. The CNPAM 2009-7 showed the lowest yield between the genotypes evaluated. The CNPAM 2001-49 is the genotype showed greater tolerance to water stress and is recommended to compose breeding programs.

Keywords: *Ricinus communis*, water stress tolerance.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é considerada uma das principais fontes de matéria prima para a produção de biodiesel e outros coprodutos, sendo observado um incremento na área plantada nos últimos anos, sobressaindo àquelas exploradas tradicionalmente (FAO, 2004). Tal fato pode ser relacionado a medidas de incentivo político à produção desta oleaginosa, decorrentes das diretrizes do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

Estudos apontam que a mamoneira é tolerante a seca e se adapta muito bem nas regiões semiáridas, assim como Nordeste do Brasil, que prevê forte participação da agricultura familiar, com a utilização de óleo extraído das sementes desta espécie (BELTRÃO & AZEVEDO, 2007). O biodiesel, em particular, quando produzido a partir deste tipo de oleaginosa, oferecendo uma oportunidade única de geração de emprego associada à sustentabilidade ambiental.

Todavia, deve-se salientar que a produção pode ser comprometida por estresse hídrico severo, a exemplo, da Bahia, onde os efeitos decorrentes do prolongamento da seca reduziram a produção de mamona em 83,3% em relação a fevereiro de 2012, reduzindo em 59,6% o rendimento médio e 58,6% da área a ser colhida, enquanto que no Ceará, a produção está crescendo 1,2%, refletindo um aumento de 5,2% no rendimento médio, embora a área plantada e colhida esteja caindo 4,0% (IBGE, 2013). Desta maneira, faz necessário realizar trabalhos de pesquisas no Nordeste, visando melhorar as técnicas de manejo e buscar materiais genéticos mais produtivos e adaptados a cada microrregião (SOUZA. et, al. 2010).

Segundo Nóbrega et al. (2006), em função da demanda gerada pelo Programa Nacional de Biodiesel, alterações de métodos e estratégias de melhoramento têm sido adotadas pelos melhoristas de mamoneira, buscando adaptar e desenvolver cultivares mais adequadas a diversos ambientes, incluindo melhor adaptação aos diversos sistemas de produção.

Neste contexto, a região semiárida tem sido cotada como região de grande potencial para a produção de mamona, no intuito de ser uma alternativa

de emprego e renda aos agricultores (BELTRÃO et al., 2006); todavia, nesta região, os recursos hídricos são limitados tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, já que é evidente o uso inadequado, a poluição, a contaminação e o desperdício do recurso “água”, tornando de suma importância a busca por materiais genéticos adaptados a estas condições.

De acordo com Pennisi et al. (2008), estudos relacionados à tolerância à seca são cada vez mais estratégicos, já que esse é o estresse abiótico mais complexo e de maior efeito sobre as culturas, e o principal fator que deve limitar a produção mundial de alimentos e de outros produtos agrícolas nos próximos anos. Desta maneira é importante a obtenção de materiais tolerantes, podendo tal tolerância ser avaliada por meio do crescimento, fisiologia e na produtividade da cultura.

Tratando-se de mamoneira, nota-se que a planta necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas, o que requer manejo compatível com sua capacidade de retirada de água do solo. Segundo Schurr et al. (2000), o estresse hídrico na mamona afeta o seu desenvolvimento e a taxa de assimilação de CO₂, desta forma as plantas apresentam estrutura foliar reduzida, conseqüentemente, afetando os componentes de produção, assim como também verificado por Lacerda et al. (2009). Logo, fazem-se necessários estudos que indiquem a lâmina de irrigação adequada para a planta, em combinação com variedades mais adaptadas, estando em conformidade com o uso eficiente da água.

As respostas das culturas à variação de níveis hídricos tem sido propósito de vários estudos, buscando o aumento na eficiência do uso de água pelas plantas, com vista à seleção de genótipos tolerantes e à otimização das práticas de manejo, bem como ao maior entendimento dos efeitos do estresse hídrico no crescimento e na produção de matéria seca (BRITO et al., 2010).

Diante disto, objetivou-se estudar o crescimento, aspectos fisiológicos e a produtividade de seis genótipos de mamoneira quando submetidos a diferentes lâminas de água, visando identificar genótipos de mamoneira com potencial para cultivo e maior eficiência no uso da água.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A mamoneira e suas características

Segundo Beltrão et. al. (2003), a mamoneira pertence à família *Euphorbiaceae* e ao gênero *Ricinus*, apresentando seis subespécies e vinte e cinco variedades botânicas. Sua germinação depende de vários fatores como o tipo de solo, índice pluviométrico, profundidade do plantio e quantidade de oxigênio do solo. Caso as temperaturas estejam baixas ou existir pouco oxigênio, o processo de germinação sofre uma diminuição.

Segundo Beltrão et. al. (2003), a mamoneira é uma planta xerófila, ou seja, é uma planta que está adaptada a habitat seco e que sobrevive com quantidades de água reduzidas. A planta é monóica, ou seja, a inflorescência da mamoneira é formada de uma ráquis em que são localizadas cimas dicásicas, sendo as da parte superior femininas e as inferiores masculinas. A mamoneira também apresenta um comportamento variado em relação ao seu ciclo, podendo oscilar entre anual, perene ou até mesmo semi-perene, sendo esse comportamento variável em função da umidade e temperatura em que a planta estiver sendo submetida, ou do tamanho da mamoneira.

Trata-se de uma planta arbustiva com diferentes colorações de caule, folhas e cachos. Os frutos apresentam espinhos e as sementes possuem tamanhos, formatos e cores diferentes. Ela ainda é caracterizada como tóxica, devido à presença da proteína ricina, que mesmo em pequenas doses é mortal.

Ainda, segundo Beltrão et al. (2003), não existe uma definição em relação ao tipo de crescimento da mamoneira, já que este depende do cultivo e do ambiente, temperatura e variação do nível de umidade ao qual a planta está submetida. Quando a planta está localizada em regiões semiáridas, percebe-se que a taxa de crescimento da raiz geralmente é superior ao crescimento da parte aérea, demonstrando, assim, que a mamoneira inicialmente fortalece sua raiz, no intuito de melhorar a fixação no solo e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes, contribuindo para o seu desenvolvimento e possibilitando que a planta sobreviva em locais de pouca umidade. Porém, quando o ambiente é mais úmido, percebe-se que esse tipo de desenvolvimento ocorre em um grau menor.

3. METODOLOGIA

3.1 Local

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), no distrito de São Gonçalo, município de Souza, PB, localizado 06° 45' 39" S e 38° 13' 51" O e uma altitude de 220 m.

A precipitação média anual registrada na região é de 894 mm, com o período chuvoso entre janeiro e maio. A temperatura média anual é de 27°C, com uma mínima de 22° C e uma máxima de 38° C. A evaporação média anual é de 3.056,6 mm. O clima da região é do tipo Bsh da classificação de Köppen, correspondente ao semi-árido quente e seco.

O experimento foi instalado num esquema fatorial 4x6, sendo 4 laminas de irrigação (100%, 75%, 50% e 25%) e 6 genótipos de mamoneira (: BRS-ENERGIA, Genótipo CNPAM 2001 – 42, Genótipo CNPAM 2001 – 49, Genótipo CNPAM 2001 – 5, Genótipo CNPAM 2001 – 50, Genótipo CNPAM 2009-7) em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e 3 repetições.

A ET_c foi estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET₀), obtida através do método de Penman-Monteith FAO-56, pelo coeficiente da cultura K_c (FAO 56) (ALLEN et al., 1998), com turno de rega fixado em 2 dias. Ressalta-se que os dados meteorológicos para o cálculo da ET₀ foram obtidos da Estação Meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, localizada na região de São Gonçalo.

As sub parcelas correspondem a seis 6 genótipos de mamoneira, sendo eles: 1. BRS-Energia; 2. CNPAM 2001-42; 3. CNPAM 2001-49; 4. CNPAM 2001-5; 5. CNPAM 2001-50 e 6. CNPAM 2009-7.

Unindo-se os fatores, tem-se 24 tratamentos, correspondente a quatro lâminas e seis genótipos, repetidos em três blocos, totalizando 72 parcelas experimentais de 15 m² (5 x 3 m) cada, sendo a área total do experimento de 1080 m².

3.2 Sistemas de produção

Antes da instalação do experimento, realizou-se a coleta de amostras de solo deformadas e indeformadas, na área experimental, para determinação das características químicas (macronutrientes) e físicas (porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo, curva característica de retenção de água no solo e textura); bem como amostra da água utilizada para irrigação, visando analisar a qualidade principalmente quanto à condutividade elétrica.

O preparo do solo foi realizado com subsolagem e gradagem, sendo a calagem e a adubação de fundação realizadas de acordo com a recomendação para a cultura da mamoneira em função da análise de solo. Os tratos culturais (controle de plantas invasoras, pragas e doenças e adubação) foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura. O plantio das linhagens de mamoneira foi realizado em fileiras simples, com espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, com 1 linha de gotejadores por linha de plantas, com gotejadores espaçados de modo a se formar uma faixa molhada. Antes da semeadura, efetuou-se a irrigação de toda a área visando elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo, e, após o plantio, a irrigação foi realizada diariamente, sendo aplicada uma pequena lâmina, de modo a garantir uma boa germinação das sementes e uniformidade de estande. Em torno de 15 dias após a germinação, iniciou-se a aplicação dos tratamentos de lâminas de irrigação, com um turno de rega de 2 dias.

- Variáveis analisadas de crescimento

As variáveis medidas nas diversas fases de desenvolvimento foram: **(AC)** Altura de caule (cm), **(DC)** diâmetro de caule (mm), **(DF)** dias a floração do racemo primário (dias); **(CR)** comprimento do racemo primário (cm)

- Fisiológicos

Foram medidas as trocas gasosas das plantas. Nestas medidas foi utilizado, no modo diferencial, um analisador portátil de CO₂ por infra vermelho

(IRGA) da ADC, modelo LCPro+ sendo obtido as variáveis concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), a fotossíntese líquida (A), calculado-se, a partir deste dados, e a eficiência intrínseca no uso da água (EUA).(KONRAD et al., 2005; BRITO et al., 2012; SILVA et al., 2013).

- Produtividade

Após a colheita de todos os racemos do primeiro ciclo de produção, procedeu-se a secagem do material ao sol por 48 horas e pesagem dos mesmos, relativo ao peso das cascas com as sementes, em cada parcela, podendo-se estimar os valor da produtividade (PROD), com os dados obtidos em Kg há⁻¹.

3.3 Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, teste F, usando o esquema de parcela sub-sub-dividida, ocorrendo efeito significativo, procedeu-se análise de regressão para o fator lâmina de irrigação em cada genótipo de mamoneira, usando-se do programa Sisvar 4.0 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CRESCIMENTO

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância referente às variáveis que foram avaliadas durante o ciclo da cultura. É possível observar efeito significativo das lâminas de irrigação em relação às variáveis altura de caule (AC), diâmetro de caule (DC), comprimento de racemo primário (CR), conforme teste F, a 1% de probabilidade. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos em todas as variáveis estudadas, e a interação, irrigação x genótipos, foi significativa só para as variáveis altura de caule, diâmetro de

caule e comprimento do racemo primário. Isto deixa em evidência a influência do efeito dos diferentes níveis de irrigação aplicados, mas, principalmente, às respostas devidas às diferenças genotípicas entre os materiais em avaliação.

Tabela 1- Resumo da análise de variância referente às variáveis: **AC** - altura de caule (cm); **DC** - diâmetro de caule (mm); **CR** - comprimento do racemo primário (cm); **DF** - dias para floração do racemo primário (dias), dos genótipos de mamona (*Ricinus communis L.*) sob lâminas de irrigação até os 90 dias após o plantio. Sousa, PB, 2014.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		AC	Dc	CR	DF
Irrigação	3	744,24	89,15**	148,28**	19,80 ^{ns}
Resíduo 1	6	44,16	3,46	15,93	24,93
Genótipo	5	6450,75**	167,52**	1193,77	3240,29**
Resíduo 2	10	29,09	1,54	13,47	23,41
Resíduo 3	30	21,27	3,27	23,76	17,68
Irrig x Gen	15	494,48**	4,48*	132,47**	17,55 ^{ns}
CV1		12,17	17,18	6,98	15,17
CV2		10,32	15,80	4,67	14,70
CV3		8,32	20,99	6,79	12,77
Média		52,30	26,62	23,23	32,91

ns, não significativo; * significativo a 5%; ** significativo a 1% pelo teste de F.

Analisando o caráter altura de caule (Tabela 2), observa-se, ao comparar os valores médios da interação genótipo x lamina de irrigação, que a média correspondente ao nível de 50% de ETc, como sendo superior em relação aos outros três níveis com valor de 118,14 cm de acordo com o teste de Tukey a 1% de probabilidade; correspondendo ao genótipo CNPAM 2001 – 5, que sobressaiu nas demais laminas, estatisticamente, por outro lado, o genótipo CNPAM 2001-50 na lamina de 75% apresentando valor médio de 18,16 cm de altura de caule.

Tabela 2- Interação da variável referente à altura do caule (cm) para os genótipos mamona (*Ricinus communis* L.); **G1** –BRS- ENERGIA; **G2** – BRS-GABRIELA – 42; **G3** - CNPAM 2001 – 49; **G4** – CNPAM 2001 – 5; **G5**- CNPAM 2001 – 50; **G6** - CNPAM 2009-7, sob lâminas de irrigação até os 180 dias após o plantio. Pombal, PB, 2014.

LÂMINAS	GENÓTIPOS					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
100%	74,18 a	37,04 b	46,76 b	72,61 a	43,37 b	23,09 c
75%	53,61 b	43,85 b	51,94 b	104,89 a	18,16 d	25,61 c
50%	61,04 b	59,52 b	52,13 b	118,14 a	51,47 b	28,90 c
25%	58,99 b	46,66 c	46,09 c	75,04 a	46,00 c	25,90 d

Letras minúsculas diferentes entre colunas refere-se a diferença significativa entre genótipos conforme teste de Tukey, $p < 0,05$.

Os maiores valores observados no G4 podem ser explicados no fato deste genótipo ser de porte alto, como foi verificado ao observar o desenvolvimento de suas estruturas vegetativas, notadamente diferentes dos restantes cinco genótipos avaliados. Por outro lado o CNPAM 2009-7 é um material considerado de porte anão e precoce. Isto está de acordo com os resultados reportados por Souza et al. (2007), quando afirmam que plantas mais precoces possuem menor número de internódios no ramo primário e menor altura de inserção do racemo primário. Aqui se pode inferir que, além da diferença na arquitetura de planta (porte) dos genótipos, houve efeito do fator irrigação, que favoreceu o desenvolvimento da altura de caule no nível de 50% e 75%, no entanto, provocou queda nos níveis de 25% e 100% de ETc.

Tabela 3- Interação da variável referente à diâmetro de caule (mm) para os genótipos mamona (*Ricinus communis* L.); **G1** –BRS- ENERGIA; **G2** – BRS-GABRIELA – 42; **G3** - CNPAM 2001 – 49; **G4** – CNPAM 2001 – 5; **G5**- CNPAM 2001 – 50; **G6** - CNPAM 2009-7, sob lâminas de irrigação até os 180 dias após o plantio. Pombal, PB, 2014.

Lâminas	Genótipos					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
100%	22,87bc	24,13 b	26,60, ab	28,48 a	25,22ab	19,25 c
75%	22,35cd	29,42 ab	27,54 bc	33,67 a	31,14ab	21,40 d
50%	28,30 b	30,04 b	29,51 b	35,04 a	28,47 b	22,23 c
25%	25,31ab	26,20 ab	24,89 b	29,37 a	26,36ab	18,01 c

Letras minúsculas diferentes entre colunas refere-se a diferença significativa entre genótipos conforme teste de Tukey, $p < 0,05$.

Para o caráter diâmetro de caule (DC), houve significância na interação, como é observado na Tabela 1, conforme teste F, a 5% de probabilidade. Conforme teste de médias entre os genótipos em cada lâmina de irrigação, nota-se que os maiores valores médios foram obtidos nas lâminas de a 50% e 75% da ETc, com destaque ao genótipo CNPAM 2001 – 5, onde se notou média de 35,04 e 33,67 mm, respectivamente, superando os outros dois níveis, já no genótipo CNPAM 2009-7 houve o menor diâmetro de caule, com 18,01 mm (Tabela 3), na lâmina de irrigação correspondente a 25%, assim como Zonta et al., (2009) verificaram que menores valores de diâmetro de caule estão associados a maiores intervalos de irrigação. Da mesma forma que no caráter altura de caule, a diferença no porte de planta entre estes genótipos extremos pode explicar em grande medida esse comportamento, mas sempre observando que as lâminas de 50% e 75% de ETc parecem contribuir no maior diâmetro observado em média dos diferentes materiais genéticos.

Tabela 4- Interação da variável referente tamanho do racemo primário (cm) para os genótipos mamona (*Ricinus communis L.*); **G1** –BRS- ENERGIA; **G2** – BRS- GABRIELA – 42; **G3** - CNPAM 2001 – 49; **G4** – CNPAM 2001 – 5; **G5**- CNPAM 2001 – 50; **G6** - CNPAM 2009-7, sob lâminas de irrigação até os 180 dias após o plantio. Pombal, PB, 2014.

Lâminas	Genótipos					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
100%	48,85 a	15,56 cd	12,09 d	32,61 b	19,66 cd	25,85 bc
75%	16,80 bc	14,33 c	16,18 bc	38,52 a	8,66 c	25,85 b
50%	46,28 a	17,61 cd	15,66 d	30,80 b	14,71 d	28,18 bc
25%	37,71 a	14,14 c	13,94 c	26,75 ab	15,42 c	21,28 bc

Letras minúsculas diferentes entre colunas refere-se a diferença significativa entre genótipos conforme teste de Tukey, $p < 0,05$.

Avaliando-se o comprimento de rácemo primário (CR), destaca-se o genótipo BRS Energia, que foi significativamente superior nas lâminas de irrigação correspondentes a 25%, 50% e 100% de ETc, com médias de 37,71, 46,28 e 48,85 cm, respectivamente em relação aos demais genótipos. No genótipo CNPAM 2001 – 50 constata-se racemo com comprimento medio de 8,66 cm, sendo o menor valor registrado entre os genótipos. Ressalta-se que esta variável esta intimamente ligada ao fator produtividade, já que, quando se tem um maior comprimento de rácimo, pode-se ter um maior número de bagas,

deste modo, o genótipo CNPAM 2001-50 pode ter a menor produção, o que poderá ser visto quando se estudar esta variável.

Cabe mencionar que, embora possa ter havido alguma influência dos níveis de irrigação sobre o comprimento dos racemos primários, como sugere a existência de interação, devemos considerar que há diferenças morfológicas em relação ao formato e tamanho médio de racemo primário entre os genótipos em estudo, como se registra em vários trabalhos anteriores em que foram avaliados alguns dos genótipos presentes neste estudo (CASTELLÓN et al., 2010).

Tabela 5- Variável referente aos (DF) dias para floração do racemo primário (dias) para os genótipos mamona (*Ricinus communis L.*); **G1** –BRS- ENERGIA; **G2** – BRS- GABRIELA – 42; **G3** - CNPAM 2001 – 49; **G4** – CNPAM 2001 – 5; **G5**- CNPAM 2001 – 50; **G6** - CNPAM 2009-7, sob lâminas de irrigação até os 180 dias após o plantio. Pombal, PB, 2014.dias para floração do racemo primário (cm)

	Genótipos					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
DF	33,45	40,37	42,73		40,28	40,66
	Lâminas					
	25%	50%	75%	100%		
DF	34,08	33,35	32,61	31,62		

Com relação aos dias para floração (DF), o fator irrigação não influenciou o comportamento dos genótipos, como pode ser notado no teste F, Tabela 1, no entanto a diferença estatística para genótipos indicada, pela comparação de médias, que o genótipo BRS Energia é o mais precoce nas condições deste experimento, com média de 33,45 dias para floração. Já o CNPAM 2001-5 foi, claramente, o mais tardio, já que mostrou grande desfasamento em relação ao resto de materiais, oscilando entre 40,28 e 42,73 dias para floração, independentemente dos níveis de irrigação (Tabela 5), como demonstra Okumura et al. (2011) que as variedades apresentaram período igual estatisticamente aos híbridos e sem diferença significativa,

constatando valores de 63, 63, 69, 69, 72 e 74 DAE para as cultivares Savana, Íris, IAC Guarani, IAC-226, AL Guarany 2002 e Preta, respectivamente.

4.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Quando observadas as trocas gasosas entre os genótipos em relação às lâminas de irrigação, verifica-se alta variação da concentração interna de CO₂, notando-se comportando linear nos genótipos CNPAM 2001-50 e CNPAM 2009-7 (Figura 1E e 1F), onde à medida que aumentou a lâmina de irrigação, a concentração interna de CO₂ cresce, com maiores valores no nível de irrigação de 100% da ET_c, chegando atingir 217,74 μmol mol⁻¹. Já com o genótipo CNPAM 2001-42 o comportamento foi quadrático crescente, indicando que ocorre aumento no Ci com a maior disponibilidade de água, assim como demonstra BRITO et. al. (2012), que identificaram, em pesquisa com citrus, significância ocorre quando as plantas foram enxertadas com a limeira ácida 'Tahiti', havendo aumento no Ci com a maior disponibilidade de água.

Nos genótipos ENERGIA, CNPAM 2001-49 e 2001-5, houve comportamento quadrático decrescente (Figura 1A, 1C, 1D), notando-se maiores valores na concentração de CO₂ quando se aplicou os níveis de irrigação de 60,5%, 63,3% e 64,4% da ET_o, respectivamente variando de 200 a 245 μmol mol⁻¹, porém na maior disponibilidade de água, referente a lamina de 100%, há o declínio considerável de concentração de carbono, girando em torno de 200 a 230 μmol mol⁻¹.

A redução da atividade fotossintética como decorrência da deficiência hídrica nos tratamentos submetidos às menores lâminas de irrigação pode ser melhor explicada devido ao comprometimento da absorção de CO₂ através dos estômatos em resposta às reduções na condutância estomática ou, possivelmente, devido ao dano direto do próprio déficit hídrico sobre o metabolismo fotossintético (ENDRES et al., 2010), isso, porém poderá ser observado quando se estudar a taxa fotossintética.

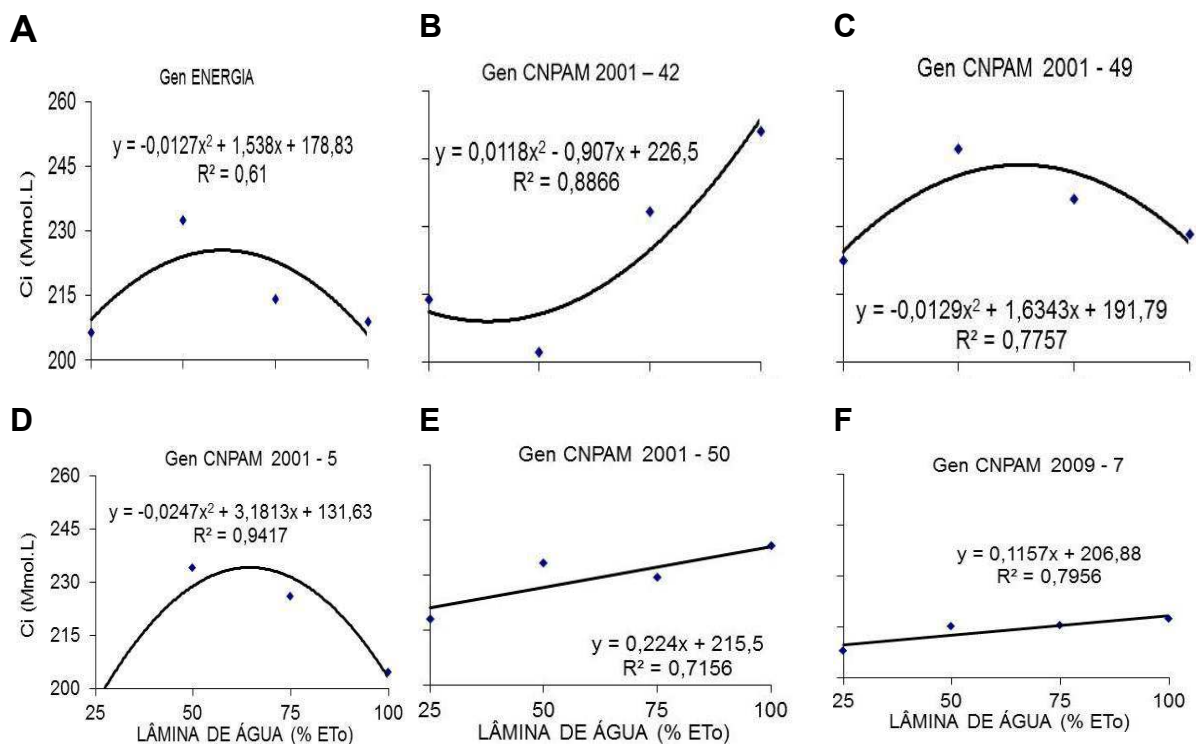


Figura 1. Efeitos das laminas de irrigação sobre a concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014.

Ao estudara transpiração dos genótipos, verifica-se comportamento linear crescente, nos genótipos ENERGIA, CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5 e CNPAM 200-50, (Figura 2A, 2C, 2D, 2E) de acordo com o aumento dos níveis de irrigação, variando entre 4 Mol H₂O m₂ s⁻¹ a 6 Mol H₂O m₂ s⁻¹. Isto ocorre porque quando o potencial da água no solo é baixo, a abertura dos estômatos não é mais dependente da radiação solar, e sim, do potencial da água na folha, o qual é dependente da umidade do solo (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Já no genótipo CNPAM 2009-7 observou-se comportamento de forma quadrática com variações nas laminas de 50% e 75% atingindo a menor taxa de transpiração de 2 Mol H₂O. m₂ s⁻¹ e na lamina de 100% da ETo, a maior taxa de transpiração correspondente a de 6 Mol H₂O m₂ s⁻¹. No entanto o genótipo CNPAM 2001-42 a maior transpiração foi obtida na lamina de 51,7% da ETo, ocorrendo decréscimo na maiores laminas. As diferenças nas taxas transpiratórias entre as plantas estressadas e irrigadas podem ser explicadas

peelo aumento na resistência estomática das plantas estressadas que diminui a transpiração e incrementa a temperatura foliar (NOGEUIRA et al., 1998).

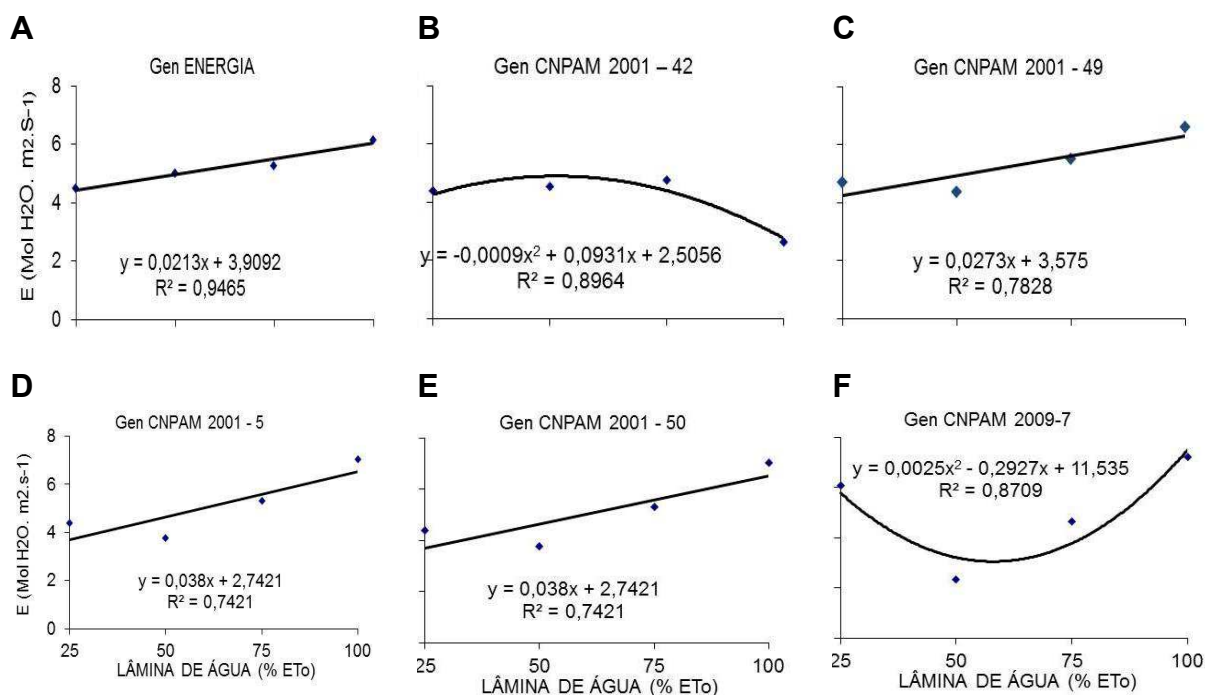


Figura 2. Efeitos das laminas de irrigação sobre a transpiração (E) ($\text{Mol H}_2\text{O} \text{ m}_2 \text{ s}^{-1}$) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis L.*) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014.

Na condutância estomática constata-se comportamento semelhante aos resultados obtidos com a transpiração, indicando a ocorrência de uma estreita relação entre essas variáveis. Os valores máximos da taxa fotossintética nos genótipos CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5 e CNPAM 2001-50 (Figura 3C, 3D e 3E), que tiveram comportamento linear crescente, na ordem de $0,5 \text{ Mol H}_2\text{O} \text{ m}_2 \text{ s}^{-1}$ obtidos com a lamina de 100%. Nos genótipos Energia e CNPAM 2001-42 (Figura 3^a e 3B), houve o comportamento quadrático, com máximo em “gs” obtidos nas laminas de 56,5% e 57,8% da ETo respectivamente, indicando características de tolerância. Já no genótipo CNPAM 2009-7 a deficiência hídrica determinou reduções na condutância estomática nos níveis de 50 e 75%. Tais decréscimos, possivelmente ocorreram em virtude da redução da condutância estomática durante a deficiência hídrica, a qual provoca redução na eficiência de assimilação através do processo fotossintético (Pinto et al., 2014). Alguns autores sugerem que o declínio no UEA, decorre da diminuição

na condutância estomática, a qual afeta com maior intensidade a taxa fotossintética do que a taxa transpiratória da folha (Awal; Ikeda, 2002).

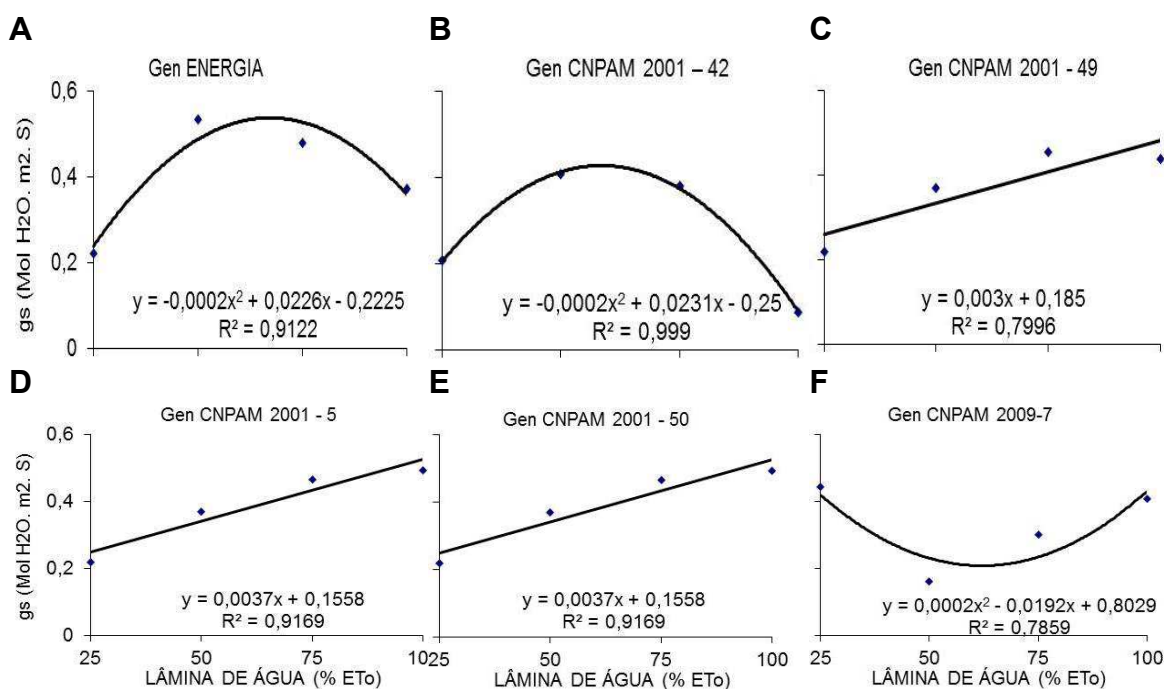


Figura 3. Efeitos das laminas de irrigação sobre a condutância estomática (gs) (Mol H_2O m^2 s^{-1}) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014.

Estudando-se a taxa de fotossíntese líquida (A) em função das laminas de água em cada genótipo por meio das equações de regressão, nota-se, resposta quadrática, no genótipo Energia onde se observou as plantas que estavam sob irrigação com nível de 75% maior taxa de fotossíntese $70,8\% \mu mol m^{-2} s^{-1}$.

A fotossíntese líquida das plantas de mamoneira aumentou linearmente, em resposta crescente às laminas de irrigação (Figura 4C, 4D, 4F), em os três genótipos CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5 e CNPAM 2001-50, 19,8%, 23,2% e 23,2% respectivamente, atingindo $21 \mu mol m^{-2} s^{-1}$ de fotossíntese, conforme a equação de regressão, assim como Soares et al., 2013, observaram em pesquisa com mamoneira que a fotossíntese líquida das plantas aumentou linearmente, em resposta a aplicação das doses crescentes de adubação nitrogenada submetida a estresse hídrico, indicando a coerência dos resultados.

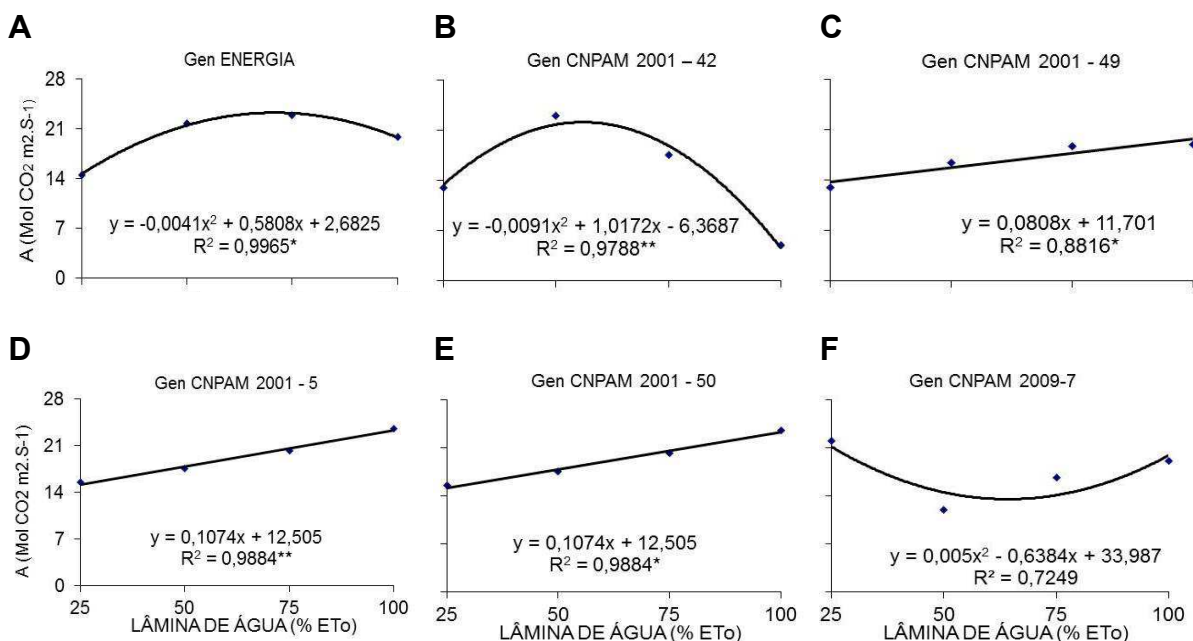


Figura 4. Efeitos das laminas de irrigação sobre a fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014.

Na eficiência do uso da água observa-se um comportamento quadrático em todos os genótipos Energia, CNPAM 2001-42, CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-50 e CNPAM 2009-7, apresentando variações de 64,7% a 51,7% com maior eficiência nas laminas de 50% e 75%. Segundo o autor Azevedo et al 2014, a maior eficiência no uso de água observada no tratamento que recebeu a menor lâmina de irrigação da BRS Energia, pode estar associada às características genéticas da cultivar, uma vez que se trata de material originário de genótipos do tipo “arbóreo” os quais, dentre suas características, têm um alto nível de resistência à seca.

No entanto o genótipo CNPAM 2001-42 nesse trabalho, destaca-se com a maior taxa de eficiência quando submetido a lamina de 50% ultrapassando a eficiência da BRS Energia.

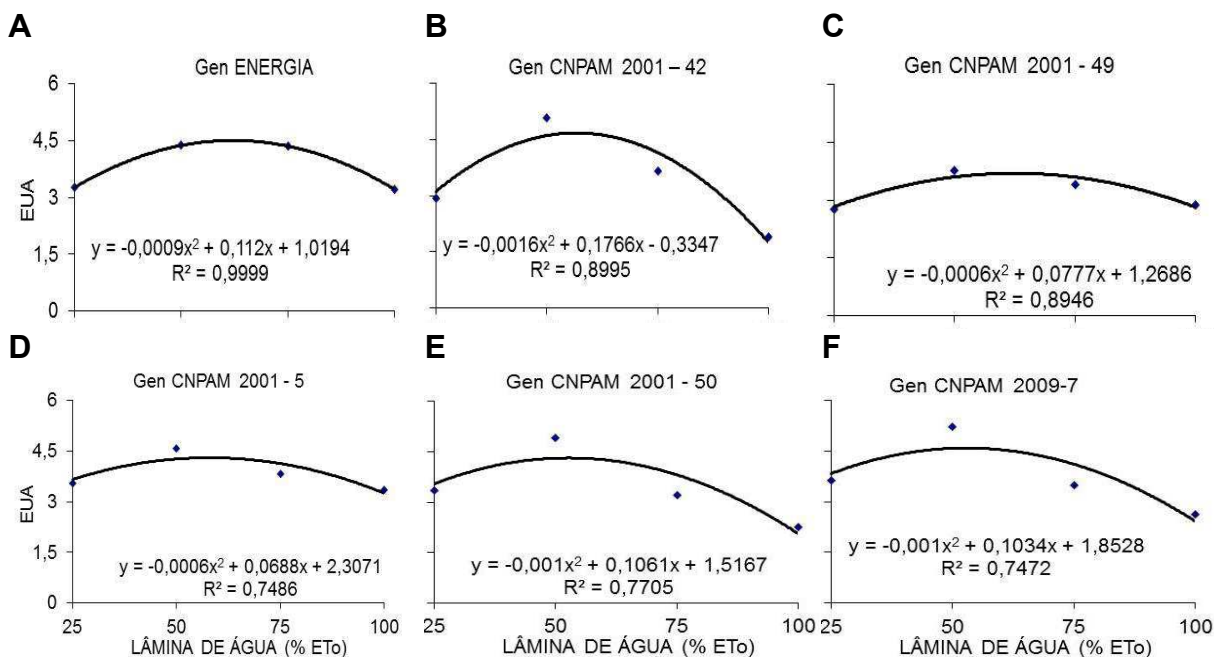


Figura 5. Efeitos das lâminas de irrigação sobre eficiência intrínseca no uso da água, dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014.

4.3 PRODUTIVIDADE

Em relação à variável produtividade (PROD), em que o teste F indicou diferenças estatísticas para os fatores principais irrigação e genótipos, não havendo efeito na interação, como pode-se observar na Tabela 6. Em geral, o comportamento dos valores médios de produtividade através das lâminas de irrigação utilizadas no estudo acompanha uma tendência que se ajusta a um modelo quadrático (Figura 6), em que as melhores produtividades aconteceram na lâmina que corresponde a 50% seguida da lâmina de 75% de ETc e por outro lado mostraram um declínio de produtividade nas lâminas extremas correspondentes a 25% e 100%. Uma possível explicação para esse fato é que, de forma geral, as plantas de mamoneira se mostraram sensíveis tanto à imposição de condições de déficit hídrico como a valores elevados de disponibilidade de umidade no solo.

Comportamento semelhante foram observados por Andrade Júnior et al. (2005), no município de Parnaíba - PI, onde menores valores do peso de sementes do feijão-caupi, nas lâminas mais baixas de irrigação ocorrem porque

o decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos.

Tabela 6- Análise de variância de produção (Kg/há) para os genótipos mamona (*Ricinus communis* L.), sob lâminas de irrigação até os 180 dias após o plantio. Pombal, PB, 2014.

FV	GL	PROD
Irrigação	3	1591187,94 *
Resíduo 1	6	225601,49
Genótipos	5	1224307,84 **
Resíduo 2	10	53206,45
Irrigação x Genótipo	15	165876,63 ^{ns}
Resíduo 3	30	152130,01
CV 1 (%)	-	43,77
CV 2 (%)	-	21,26
CV 3 (%)	-	35,95
MEDIA	-	1085,06

Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que reduz a produção de tecidos e, conseqüentemente, o tamanho da semente e produtividade (Rego et al., 2004). Por outro lado, lâminas excessivas de água provocam a diminuição da pressão de oxigênio (hipoxia) ou a falta do mesmo (anoxia), dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente diminuindo assim, a produção de energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa dos mesmos (Vidal et al., 2005).

O genótipo Energia que se destaca com a maior produtividade perante os demais genótipos, acima de 1600 kg/ha, na lamina de 50%, afirmando suas características de precocidade, como também o genótipo CNPAM 2001-5, com produção próxima a 1600 kg/ha, na lamina de água correspondente a 75%. Nos genótipos CNPAM 2001-42, CNPAM 2001-50 e CNPAM 2009-7,

destacam-se como sendo a lâmina de maior produtividade 50% com valores correspondentes 67,2%, 58,6% e 56,3% respectivamente.

Estes resultados são próximos dos encontrados por Drumond et al. (2006), em trabalhos com os genótipos de mamoneira CNPAM 2001-2, CNPAM 2001-16, CNPAM 2001-63, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-70, BRS 188-Paraguaçu e CNPAM 2001-9, irrigados em Juazeiro, BA, que mostram uma produtividade média de 2.049 kg ha⁻¹. Em Petrolina-PE, Drumond et al. (2006) obtiveram uma produtividade média entre as cultivares em análise de 1.433 kg ha⁻¹.

Quando se compara o comportamento dos seis genótipos através das quatro lâminas de irrigação, para esta mesma variável (Figura 6), se observa que BRS Energia se mostra como o genótipo mais produtivo nas diferentes condições hídricas utilizadas, esse comportamento é muito semelhante ao apresentado pelo genótipo CNPAM 2001-50, mostrando, portanto um desempenho consistente desses genótipos.

Da mesma forma cabe mencionar que a maior produtividade entre os genótipos foi apresentada também por BRS Energia com 1886 Kg ha⁻¹ na lâmina de irrigação correspondente a 50% de ETc. De forma diferente o genótipo CNPAM 2009-7 se mostrou como o mais sensível tanto em condições extremas nos níveis de 25% como de 100% de ETc, embora produzindo de forma razoável no nível de 50% de ETc.

É pertinente ressaltar que embora a produtividade total dos genótipos em estudo esteve abaixo do esperado, já que a parte desses materiais tem mostrado bom potencial produtivo em avaliações realizadas em diversas localidades (Ramos e Aragão, 2010; Rivas et al. 2010), chama a atenção que mesmo em condições de baixa disponibilidade hídrica (25% de Etc) vários dos genótipos mostraram uma razoável produção, o que sugere possa existir algum grau de tolerância entre esses genótipos para essas condições.

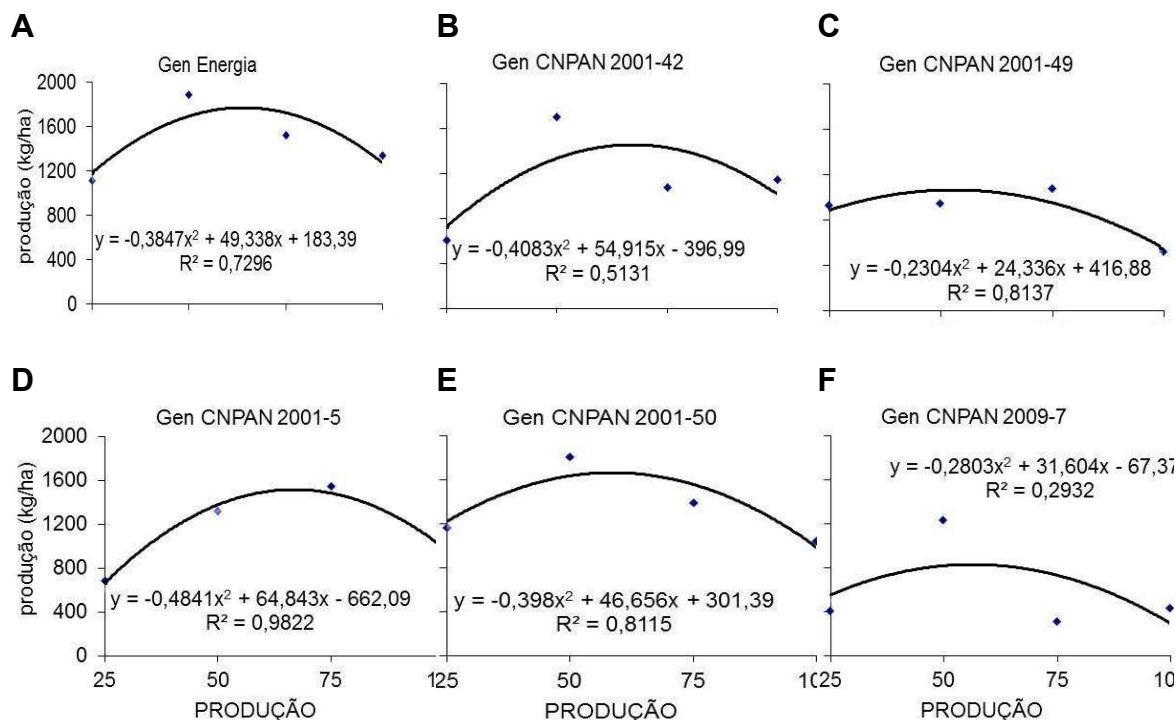


Figura 6. Efeitos das lâminas de irrigação sobre produção (kg/ha), dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis L.*) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014.

Ressalta-se, ainda, que avaliando-se a tolerância a seca, nota-se que a menor redução na produção quando se irrigou com a lâmina de 25% da ETc foi notado no genótipo CNPAM 2001-49, correspondendo a uma redução em 16,82 % em relação ao máximo obtido, que foi de 1059,5 kg/há na lâmina 50%. Por outro lado, no genótipo CNPAM 2001-42 observou-se a maior redução na produção, correspondendo a 50,28 % quando se irrigou com a lâmina de 25% da ETc em comparação com o máximo, que foi obtido na lâmina de 50 % da ETc neste genótipo. Conforme Ayers e Westcot (1999) a tolerância a fatores abióticos pode variar entre espécies, entre fases de desenvolvimento e, ainda, entre genótipos, assim como identificado neste trabalho.

5.CONCLUSÕES

Os níveis de irrigação que correspondentes a 50% e 75% de ETc são os mais recomendados para o cultivo da mamoneira no semiárido da Paraíba, independente do genótipo.

O BRS Energia é, entre os genótipos, o mais recomendado para o sistema de produção de mamona no semiárido, podendo-se usar a lâmina estimada de 64% da ETc.

O CNPAM 2009 - 7 é o genótipo com menor produção, não sendo indicado para entre os genótipos estudados.

O CNPAM 2001 - 49 é o genótipo que possui maior tolerância ao estresse hídrico, sendo recomendado para compor programas de melhoramento genético.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56

ALVIM, P. T. 1985. **Theobroma cacao**. In A. H. Halevy (ed.) **Handbook of flowering**. CRC Press, Boca Raton, FL.

ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N. **Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos**. *Revista Ciência Agronômica*. v.36, n.2, p.143-151, mai/ago., 2005b.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. **Campina Grande**: UFPB. 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29

AZEVEDO, P.V; DIAS, J.M; BEZERR, J.R.C; **Consumo hídrico e eficiência de uso da água da cultura da mamona Irrigada**. II INOVAGRI International Meeting, 2014.

AWAL, M. A e IKEDA, T. **Recovery strategy following the imposition of episodic soil moisture deficit in stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.)**. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v.188, n.3, p.185-192, 2002.

BARROS JÚNIOR, G. et al. **Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 04, p. 350-355, 2008.

BASNAYAKE, J., COOPER, M., LUDLOW, M. M., HENZELL, R. G., SNELL, P. **Inheritance of osmotic adjustment to water stress in three grain sorghum crosses**. *TAG* 90:675-682. 1995.

BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa – CNPA. 4 p., 2003 (Embrapa – CNPA. Comunicado Técnico, 146).

BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do; ARAÚJO FILHO, J. O. T. de; COSTA, S. G. **Consórcio mamona + amendoim: opção para agricultura familiar**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 10 p. (Circular Técnica 104).

BELTRÃO, N. E. DE M.; AZEVEDO, D. M. P. de. **Fitologia**. In: AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. de M. (eds.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2.ed. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2007. cap.5, p.117-137

BRITO, I. N. de. **Efeito do manejo da água disponível no solo sobre o crescimento de mudas do maracujazeiro.** 33f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2000.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. da S.; MELO, A. S. **Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 7, suppl., p. 857-865, 2012.

CASTELLÓN, R.E.R.; SOUSA, F. Q.; NÓBREGA, M.B.; MILANI, M.; GOMES E.M.; ANDRADE, S.O. **Desempenho de Linhagens de Mamona em Baixa Altitude no Estado da Paraíba – Primeira Avaliação.** IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; Miliani, M., MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. **Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Petrolina-PE.** In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006b, Aracajú, SE. Cenário Atual e Perspectiva - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CDRom.

Endres, L.; Souza, J. L. de; Teodoro, I.; Marroquim, P. M. G.; Santos, C. M. dos; Brito, J. E. D. de. **Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.11–16, 2010.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Produtos Agrícolas, Portal de Informações sobre a mamona,** 2008. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona, Acesso em 20 de setembro de 2014.

FAO. (2004). Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em 9 set. 2014.

FERERES, E. and SORIANO, M. A. **Deficit irrigation for reducing agricultural water use.** *Journal Experimental Botany*, 58.p, 147-159, 2007.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência & Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

GOMIDE, R. L.; MAGALHÃES, P. C.; WAQUIL, J. M.; FERREIRA, W. P. **Avaliação do estresse hídrico em cultivares de milho e sorgo por meio de um gradiente contínuo de irrigação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Anais.** Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária/Embrapa-CNPMS, 1998. 1 CD-ROM.

IBGE, Produção Agrícola 2013 – **estimativa de março em relação a fevereiro da Mamona.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201303comentarios.pdf>, 2013.

KRAMER, P. J., BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils.** Academic Press, Inc., San Diego, CA. 1983.

LACERDA, R. D.; GUERRA, H. O. C.; BARROS JÚNIOR, G. **Influência do déficit hídrico e da matéria orgânica do solo no crescimento e desenvolvimento da mamoneira BRS 188 – Paraguaçu.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, n.4, p.440-448, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, traduzido por: Prado, C. H. B. A., ed. RiMa, São Carlos, 2004.

LAZAR, A. M. D.; SALISBURY, C. D.; WORRALL, W. D. **Variation in drought susceptibility among closely related wheat lines**, Field Crops Research, v. 41, p. 147-153, 1995.

MILANI, MAIRA; NÓBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P. **Andamento e perspectivas do programa de melhoramento de mamona da Embrapa.** (Embrapa Algodão. Documentos 226). Embrapa Algodão, Campina Grande, 2009. 26p.

NOBREGA, M.B.M; GERALDI, I.O; **Melhoramento da Mamoneira no Brasil**, 2006, Vol 2 disponível em : <<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/MBMNobrega-200602Resumo.pdf>> acessado em 16/11/2014.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, C. R. DOS, NETO, E. B, SANTOS, V. F. DOS. Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim a diferentes regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.12, p.1963-1969, dez.1998

PENNISI, E. The blue revolution, drop by drop, gene by gene. Science 320: 21-39. (2008).

PINTO, M.C; TAVORA. F.J. A.F; PINTO.R.O; **Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica**, Revista AGROTEC – v. 35, n. 1, p 31–40, 2014.

RAMOS, A.M.; ARAGÃO, W.M. **Comportamento de cultivares de mamoneira nos tabuleiros costeiros de Sergipe.** Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, p. 1631-1634, João Pessoa, PB – 2010.

REGO, J.L.; Viana, T. V. A.; Azevedo, B. M.; Bastos, F.G.C.; Gondim, R.S. **Efeitos de lâminas de irrigação sobre a cultura do crisântemo**. Revista Ciência Agronômica, v.35, n.2, p.302-308. 2004.)

RENAULT, D., HEMAKUMARA, M., MOLDEN, D. Importance of water consumption by perennial vegetation in irrigated areas of the humid tropics: evidence from Sri Lanka. *Agricultural Water Management*, 46, p. 215-230. 2001.

SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WALTER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. **Journal of Experimental Botany**. Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 16/10/2014

SEVERINO, L. S; MILANI, M; MORAES, C. R. de A; GONDIM, T. M. de S; E CARDOSO, G. D. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.188, 2006b.

SILVA, S.M.S.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; DIAS, J. M.; NASCIMENTO, R.T. **Produtividade da cultivar brs energia em função da lâmina de irrigação e populações de plantas**. In.: Congresso Brasileiro de Mamona, Energia e Ricinoquímica. Salvador – Bahia. 2008.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-caupi. *Irriga*, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.

SOARES, L.A. A; LIMA, G.S; NOBRE, R,G; GHEYI, H.R; PEREIRA, F.H.F. **Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada**. Rev. Verde de Agroec. e Desenv. Sust.. Março-2013.

SOUZA, A.S.; Távora, F.J.A.F.; Pitombeira, J.B.; Bezerra, F.M.L. Bezerra. **Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade**. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza, v.38, n.4, p.422-429, Out.-Dez., 2007.

SOUZA, N.C. de; MOTA, S.B; BEZERRA, F.M.L; AQUINO, B.F. de; SANTOS, A.B. dos. Produtividade de mamona irrigada com esgoto domésticos tratado. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14. n 5, p. 478-484, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 722p.

VIDAL, M. S.; Carvalho, J. M. F. C.; Meneses, C. H. S. G. **Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos**. Campina Grande: EmbrapaAlgodão, 2005. 19p. (Documentos, 142.)

ZOU, G. H.; LIU, H. Y.; MEI, H. W.; LIU, G. L.; YU, X. Q.; LI, M. S.; WU, J.H.; CHEN, L.; LUO, L. J. Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 49, p. 1508-1516, 2007.

ZONTA, J. H. BRAUN, H.; REIS E. F.; SILVA, D. P.; ZONTA, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **IDESIA**, v. 27, n. 3, p. 29-34, 2009.