

Crescimento de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) em diferentes níveis de água no solo

E. N. Nunes¹; D. A. M. do Nascimento²; A. G. Alves³; J. F. Suassuna⁴; R. do Nascimento⁵

¹Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia-PB, Brasil

²Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia-PB, Brasil

³ Departamento de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia-PB, Brasil

⁴ Universidade Federal de Campina Grande, 58429-900, Campina Grande-Paraíba, Brasil

⁵ Universidade Federal de Campina Grande, 58429-900, Campina Grande-Paraíba, Brasil

ernanenn@gmail.com;

(Recebido em 06 de junho de 2013; aceito em 30 de outubro de 2013)

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie vegetal com boas perspectivas para produção de biodiesel, mas seu cultivo irrigado é limitado por falta de informações específicas acerca do seu requerimento hídrico. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento de cultivares de mamona sob diferentes conteúdos hídricos do solo. Para tanto, conduziu-se o experimento em ambiente protegido estudando-se o efeito de quatro níveis de conteúdo hídrico do solo (40%, 60%, 80% e 100% da capacidade de campo) sobre duas cultivares de mamona (cv. Paraguaçu e cv. Nordestina) em cinco repetições, no delineamento em blocos casualizados. Avaliaram-se altura de plantas, número de folhas, diâmetro caulinar e volume radicular, além da produção de fitomassa fresca e seca. Ainda foram calculadas a razão de peso foliar e relação raiz/parte aérea. Nas duas cultivares, a altura de plantas, o número de folhas e o diâmetro caulinar aumentaram expressivamente (30,07% e 30,02%; 18,75% e 23,23%; 39,00% e 36,00%) entre o menor e o maior nível de reposição hídrica respectivamente. O aumento da disponibilidade hídrica no solo beneficia o crescimento das cultivares de mamona e aumenta a produção de fitomassa seca, afetando também os índices de crescimento.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., requerimento hídrico, desenvolvimento vegetativo

Growth of castor bean (*Ricinus communis* L.) cultivars under different water levels in the soil

Castor bean (*Ricinus communis* L.) is a plant species with good prospects for biodiesel production, but its irrigated crop limited by the lack of specific information about its water requirement. The objective was to evaluate the growth of castor bean cultivars under different soil water contents. Therefore, we conducted the experiment in a protected environment by studying the effect of four levels of soil water content (40%, 60%, 80% and 100% of field capacity) on two castor bean cultivars (cv. Paraguaçu and cv. Nordestina) in five replications in a randomized block design. Evaluated were plant height, number of leaves, stem diameter, root volume, besides the production of fresh biomass, and dry. Although we calculated the ratio of leaf, weight ratio and root / shoot. In both cultivars, plant height, number of leaves and stem diameter increased significantly (30.07% and 30.02%, 18.75% and 23.23%, 39.00% and 36.00%) between the lowest and highest level of hydration respectively. The increase in soil water availability benefits the growth of castor bean cultivars and increases the production of dry matter, also affecting growth rates.

Keywords: *Ricinus communis* L., water requirement, vegetative development

1. INTRODUÇÃO

Planta de origem tropical, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) ocorre espontaneamente em todo o mundo e é cultivada comercialmente em mais de 15 países [1]. Com teor de óleo de aproximadamente 48%, é a espécie vegetal com melhores perspectivas para a transformação do

óleo em biodiesel. No semiárido nordestino vêm sendo uma boa opção para geração de renda e fixação do homem no campo [2].

No tocante à irrigação, esta cultura poderá ocupar espaços em sistemas de rotação de culturas em áreas irrigadas, com a possibilidade de se obter elevadas produtividades [3]. Acrescenta ainda que o uso da irrigação na ricinocultura só se justifica utilizando-se elevada tecnologia para se tirar o máximo possível de produtividade com alto teor de óleo de boa qualidade. Nesse sentido, existe a necessidade de seleção de cultivares de mamoneira mais produtivas, além de informações relativas ao seu comportamento sob irrigação.

No Brasil, o cultivo da mamoneira sob irrigação ainda é limitado a pequenas áreas, em poucos estados da Federação, onde já foram registradas produtividades superiores a seis toneladas por hectare, razão pela qual se deve investir em pesquisas nesta área, a fim de se obter detalhes sobre o manejo da irrigação, com vistas ao ganho de produtividade, pelo aumento na eficiência produtiva dessa cultura [4].

Acerca da análise do rendimento dos vegetais, o fundamento da análise de crescimento baseia-se no fato de que, em média, 90% do material orgânico acumulado ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética e o restante da absorção mineral do solo [5]. Portanto, faz-se necessário, na explicação do crescimento vegetal, analisar o destino do carbono fixado e sua partição entre as partes aéreas e radiculares.

Assim, estudos que venham aprofundar o conhecimento das exigências hídricas desta cultura e sua relação com o crescimento da mesma podem ser de extrema relevância, permitindo identificar, por meio de variáveis de crescimento ou de produção, as cultivares mais adequadas a cada condição específica de cultivo. Sobretudo, aquelas cultivares tolerantes à deficiência hídrica, haja vista a limitação deste insumo na região semiárida do Nordeste.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento vegetativo por meio de análises de crescimento e distribuição de fitomassa fresca e seca de duas cultivares de mamona (cv. Paraguaçu e cv. Nordestina) submetidas a diferentes níveis de conteúdo de água no solo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Conduziu-se o presente trabalho em ambiente protegido pertencente à Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, cidade de Serra Talhada, localizada no sertão do estado de Pernambuco. Foram usadas sementes das cultivares Paraguaçu e Nordestina, as quais foram colocadas a germinar em vasos de polietileno com capacidade para 10 kg. Utilizou-se como substrato uma mistura na proporção 1:1 de areia lavada e solo de floresta. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de água no solo: 100%; 80%; 60% e 40% da capacidade de campo (CC). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso num fatorial 2 x 4 (2 cultivares e 4 níveis de reposição de água) em 5 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste 'F') e, em casos de significância, realizou-se regressão polinomial para o fator manejo hídrico e teste de Tukey a 5% para o fator cultivar.

Para obtenção da umidade correspondente à capacidade de campo do solo, adicionou-se ao solo seco água destilada, deixando-se em repouso por um período de 24 horas ao abrigo da evaporação natural. Em seguida, este foi pesado e os outros tratamentos foram determinados tomando-se por base o tratamento de 100% da CC. Os vasos eram pesados diariamente e a água adicionada conforme a necessidade para a manutenção dos tratamentos. Até a emergência das plantas, todos os tratamentos foram mantidos em aproximadamente 100% da CC.

Aos 30 dias após a emergência (DAE) foram avaliadas a altura de plantas, o diâmetro de caule, o número de folhas e o volume radicular. Os tratamentos foram mantidos até 30 DAE, quando foram coletados os seguintes dados: fitomassa fresca da parte aérea, das raízes e total. Em seguida, foram acondicionadas adequadamente e colocadas em estufa a 75 °C por 48 horas, quando foram então determinados os pesos das fitomassa seca da parte aérea, das raízes e total, expressos em grama. Com os dados de fitomassa seca foliar e fitomassa seca total, obtiveram-se a razão de peso foliar (RPF) (Equação 1); e pela razão entre a fitomassa seca da raiz e a fitomassa seca da parte aérea, foi obtida a relação raiz/parte aérea (R/PA) (Equação 2).

$$RPF = \frac{MSF}{MST} \quad (1)$$

$$R/Pa = \frac{MSR}{MSPA} \quad (2)$$

A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma régua graduada. Na determinação do diâmetro de caule, utilizou-se de um paquímetro digital. A determinação do volume radicular foi realizada colocando-se as raízes em proveta graduada, contendo um volume conhecido de água. Pela diferença de volume e equivalência de unidades (1 mL = 1 cm³), obteve-se o valor direto do volume de raízes [6].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito altamente significativo ($p < 0,01$) dos níveis de conteúdo hídrico do solo sobre todas as variáveis de crescimento estudadas neste trabalho (altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule e volume radicular). Entretanto, somente houve efeito altamente significativo do fator cultivar para a altura de plantas ($p < 0,01$) e significativo para o diâmetro do caule ($p < 0,05$). O efeito da interação ($p < 0,01$) entre os dois fatores (Conteúdo hídrico X Cultivar) somente foi observado para a variável altura de plantas (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo da análise de variância para a altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) e volume radicular (VR) de duas cultivares de mamona submetidas a diferentes condições de umidade do solo.

VARIÁVEL	GL	QM		GL	QM		CV %
		CULT	TRAT		CULT*TRAT		
AP	1	19,3210**	3	121,123**	7	4,1350**	15,76
NF	1	0,0250ns	3	4,6250**	7	0,1583ns	13,02
DC	1	0,8008*	3	2,0102**	7	0,0928ns	7,91
VR	1	0,4000ns	3	8,7000**	7	0,3333ns	26,29

GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CULT = cultivar; TRAT = tratamento; CV = coeficiente de variação.

ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste 'F'.

A altura das plantas foi influenciada positivamente pelo aumento na disponibilidade hídrica do solo nas duas cultivares estudadas, em que se nota efeito linear crescente desta variável em função dos níveis de reposição de água, com incremento em altura de 30,07% na cv. Paraguaçu, comparando-se o menor e ao maior nível de reposição hídrica (Figura 1). Para a cv. Nordestina, esse incremento foi um pouco inferior, da ordem de 30,02%. Explica-se que a redução do crescimento em plantas sob déficit hídrico pode ser decorrente das alterações morfológicas ocasionadas pelo estresse hídrico e fisiológicas como mudança no metabolismo de carbono [7].

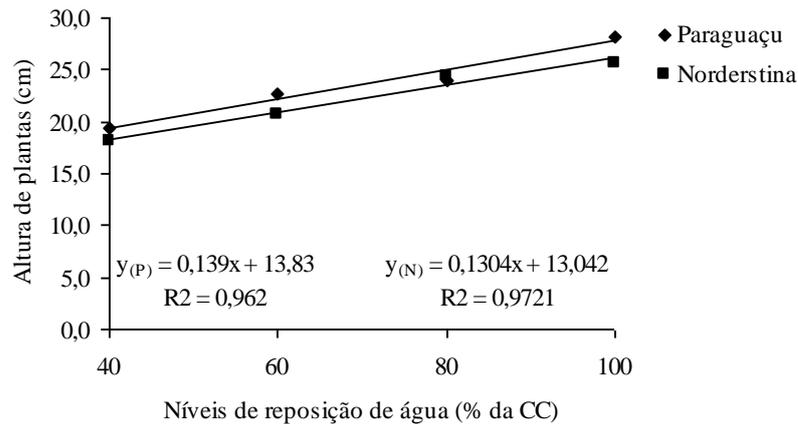


Figura 1: Altura média das cv. Paraguaçu e Nordestina em relação aos níveis de reposição de água.

Comportamento semelhante observa-se para o número médio de folhas por planta, constatando-se efeito linear crescente dos níveis de conteúdo hídrico do solo sobre esta variável (Figura 2). Houve aumento em torno de 24% no número médio de folhas da cv. Nordestina em função do aumento dos níveis hídricos do solo, considerando-se esse incremento obtido entre o menor (40% da CC) e o maior (100% da CC) nível de reposição de água. Para a cv. Paraguaçu, neste mesmo intervalo de umidade do solo, constatou-se aumento de aproximadamente 19%. Outro estudo [8] ressalta a importância da mensuração das folhas como indicativo do rendimento dos vegetais por serem estes órgãos o aparato do processo fotossintético.

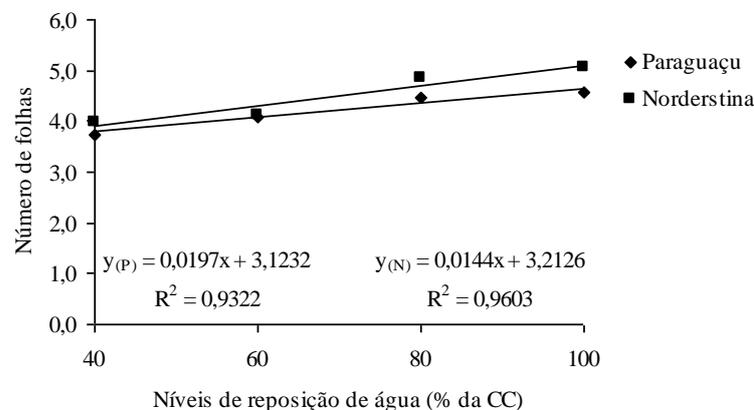


Figura 2: Número de folhas das cv. Paraguaçu e Nordestina em relação aos níveis de reposição de água.

À semelhança do que ocorreu com o número de folhas, também se observou para a variável um incremento no diâmetro do caule, com as cultivares Paraguaçu e Nordestina apresentando aumentos de 39% e 36%, considerando-se o intervalo entre os níveis de reposição de água de 40% e 100% da CC. Os maiores valores para essa variável (4,16 mm e 4,02 mm) foram encontrados com a maior disponibilidade hídrica do solo nas duas cultivares cv. Paraguaçu e cv. Nordestina, respectivamente (Figura 3). Outros autores também observaram crescimento linear em plantas de mamona em relação ao diâmetro do caule à medida que se elevou a disponibilidade hídrica do solo [9].

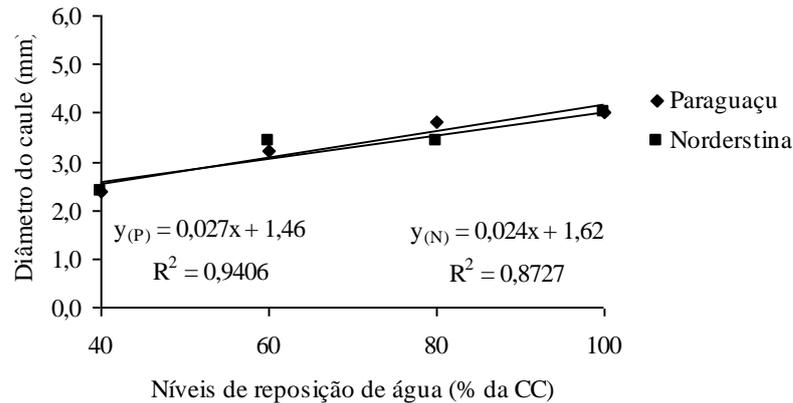


Figura 3: Diâmetro do caule das cv. Paraguaçu e Nordestina em relação aos níveis de reposição de água.

Analisando-se o comportamento do sistema radicular através da quantificação do volume de raízes (cm^3) das plantas, também se notou que este foi afetado, mas sem diferenças significativas entre as duas cultivares de mamona (Figura 4). A cv. Nordestina apresentou crescimento linear para esta variável conforme se aumentou a disponibilidade hídrica do solo. Verificou-se ainda para esta cultivar um incremento da ordem de 52,11% no volume de raízes quando se analisaram os valores obtidos para o menor e o maior nível de disponibilidade hídrica. Já a cv. Paraguaçu revelou um comportamento quadrático do sistema radicular em função da variação crescente dos níveis de reposição hídrica.

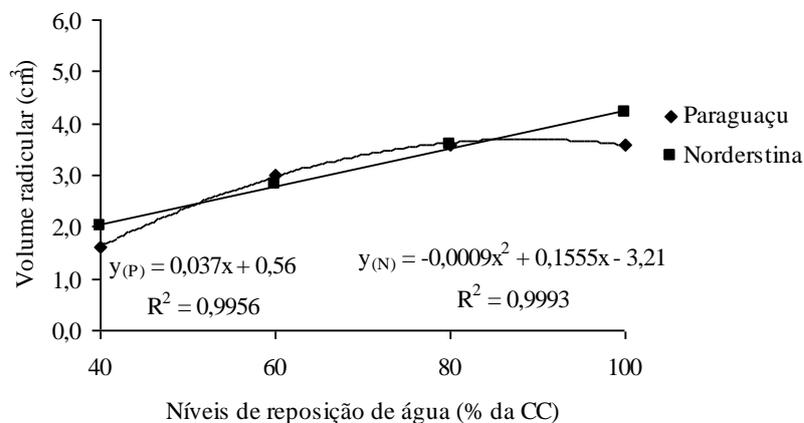


Figura 4: Volume radicular das cv. Paraguaçu e Nordestina em relação aos níveis de reposição de água.

O volume máximo de raízes ($3,51 \text{ cm}^3$) foi alcançado com o nível hídrico estimado de 86% da CC. Após esse nível, constatou-se redução no volume radicular de 4,80% até o maior conteúdo de água no solo que foi de 100% da CC. Esse comportamento provavelmente é devido a uma disponibilidade hídrica em excesso para esta cultivar, a qual resultou em redução do crescimento do sistema radicular, possivelmente por causa da limitação no processo respiratório deste, atrasando consequentemente o seu desenvolvimento.

O resumo da análise de variância para a distribuição de fitomassa fresca e fitomassa seca das duas cultivares de mamona estudadas, bem como dos índices de crescimento obtidos como razão de peso foliar e relação raiz parte aérea é apresentado na Tabela 2. Observa-se significância altamente significativa ($p < 0,01$) do fator teor de água no solo para a fitomassa fresca e seca, excetuando-se a relação raiz parte aérea onde se notou diferença estatística apenas a 5% de probabilidade e a fitomassa seca do sistema radicular que não sofreu efeito significativo

dos níveis de conteúdo hídrico do solo. Para o fator cultivar, houve apenas efeito significativo ($p < 0,05$) na fitomassa seca total, fitomassa da parte aérea, razão de peso foliar e relação raiz parte aérea ao nível de 5% pelo teste 'F'.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para as variáveis fitomassa fresca total (MFT); da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR); e fitomassa seca total (MST); da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR); razão de peso foliar (RPF) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de duas cultivares de mamona submetidas a diferentes condições de umidade do solo.

VARIÁVEL	GL	QM		GL	QM		CV%
		CULT			TRAT	CULT*TRAT	
MFT	1	0,0462 ^{ns}	3	42,5704 ^{**}	7	0,4639 ^{ns}	17,01
MFPA	1	0,4867 ^{ns}	3	48,0500 ^{**}	7	0,4867 ^{ns}	16,45
MFR	1	0,1322 ^{ns}	3	5,3898 ^{**}	7	0,1167 ^{ns}	24,81
MST	1	0,1050 [*]	3	0,6845 ^{**}	7	0,05644 [*]	21,54
MSPA	1	0,0354 [*]	3	0,3919 ^{**}	7	0,0138 ^{ns}	20,24
MSR	1	0,0184 ^{ns}	3	0,0406 ^{ns}	7	0,0143 ^{ns}	30,53
RPF	1	0,0030 [*]	3	0,0265 ^{**}	7	0,0069 ^{**}	17,09
R/PA	1	0,0369 [*]	3	0,0324 [*]	7	0,0686 ^{**}	18,48

GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CULT = cultivar; TRAT = tratamento; CV = coeficiente de variação.

ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste 'F'.

Na Figura 5 (A, B, C, D, E e F), são ilustrados os resultados das variáveis fitomassa fresca e fitomassa seca total, da parte aérea, e da raiz. Observa-se que, em geral, todas as variáveis relativas à fitomassa avaliadas apresentaram um comportamento linear em resposta ao aumento da disponibilidade de água no solo para ambas as cultivares de mamona avaliadas.

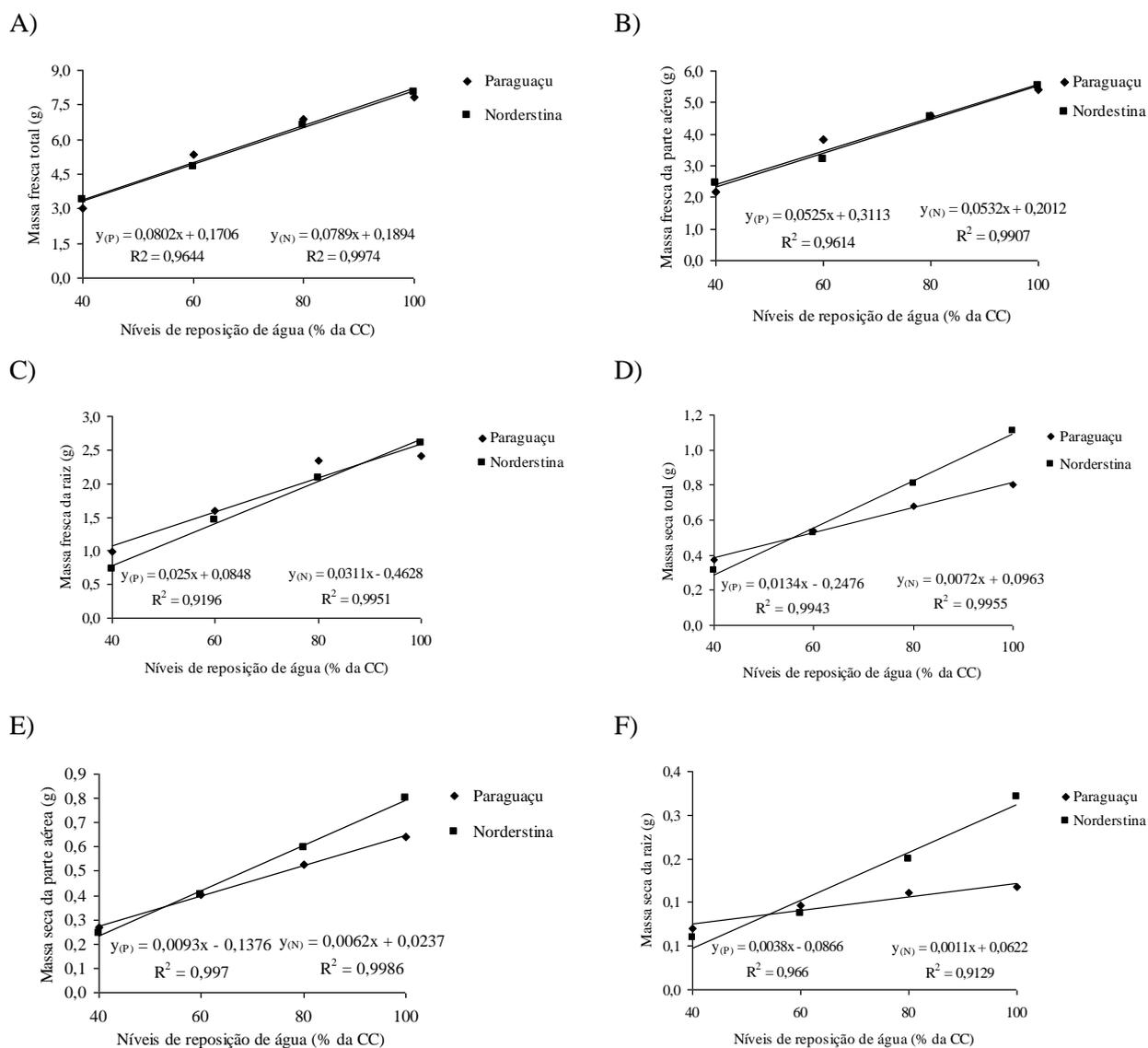


Figura 5: Massa fresca total (A), massa fresca da parte aérea (B), massa fresca da raiz (C), massa seca total (D), massa seca da parte aérea (E) e massa seca da raiz (F) das cultivares de mamona Paraguaçu e Nordestina cultivadas sob diferentes níveis de água no solo.

A equação de regressão que melhor se ajustou aos dados de fitomassa fresca da parte aérea, da raiz e total e fitomassa seca da parte aérea, da raiz e total em função do aumento da disponibilidade de água no solo foi a linear, com acréscimos relativos na fitomassa seca total da ordem de 50% e 90% relativos aos tratamentos de 40% e 100% da capacidade de campo, respectivamente para as cultivares Paraguaçu e Nordestina. Isso demonstra que, apesar do comportamento ser semelhante para ambas as cultivares, pelo que indica o parâmetro de acúmulo de fitomassa seca total, a cultivar Paraguaçu obteve um maior acúmulo de fitomassa em relação a cultivar Nordestina.

O estresse hídrico por deficiência de água no solo reduziu o acúmulo de biomassa fresca e seca das duas cultivares avaliadas. Segundo vários autores, a falta de água no solo pode acarretar diminuição na taxa de fotossíntese líquida e, por consequência, na produção de carboidratos, o que pode ter contribuído para a redução no acúmulo de biomassa das plantas avaliadas quando submetidas a baixos níveis de água disponível no solo. Fato também verificado em outras culturas como gergelim e algodão herbáceo [10, 11 e 12].

Em trabalho semelhante [13], avaliando as respostas fisiológicas de *Ricinus communis* à redução na disponibilidade de água no solo, os autores relatam que a deficiência hídrica afeta o

desempenho vegetal através de efeitos sobre o crescimento e a fotossíntese. Em condições de estresse hídrico, observou-se redução do crescimento e da área foliar total nas plantas de mamona.

Para a razão de peso foliar (Figura 6A), observa-se que a cv. Paraguaçu apresentou aumento linear dessa relação, à proporção que foi aumentada a disponibilidade hídrica para as plantas. Constatou-se, portanto, um incremento em torno de 66% para essa variável entre as plantas mantidas em 40% e 100% da CC, apresentando valores que variaram respectivamente de 0,092 para 0,272. A RPF da cv. Nordestina apresentou uma curva de resposta quadrática em função dos tratamentos, podendo se observar os valores de fitomassa seca foliar e total na Tabela 3. Houve inicialmente uma ascensão dessa relação até atingir o máximo valor (100% da CC) estimado (0,31/0,8=0,3875), o qual se obteve com uma umidade do solo estimada de 87,5% da CC; e, a partir desse nível, constatou-se decréscimo (40,34%) da RPF ao se considerar o maior nível de umidade do solo (100% da CC).

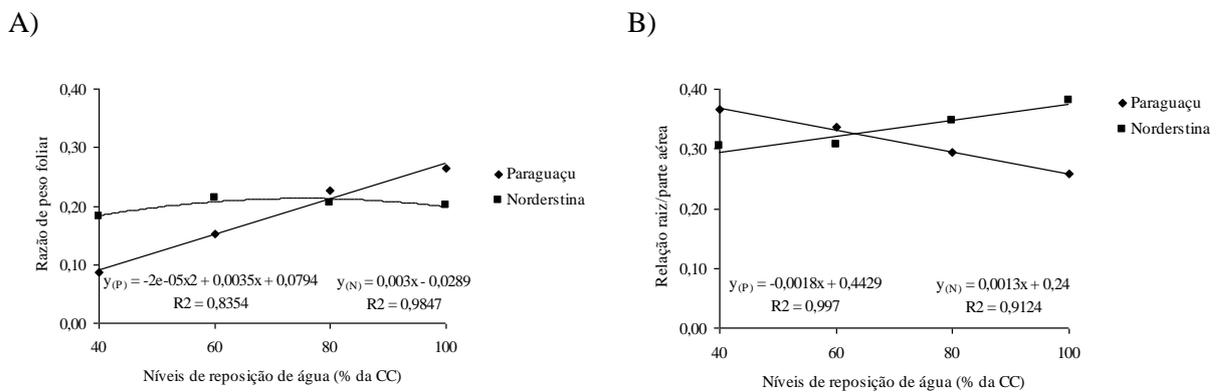


Figura 6: Razão de peso foliar (A) e relação raiz/parte aérea (B) de duas cultivares de mamona (cv. Paraguaçu e cv. Nordestina) submetidas a diferentes conteúdos hídricos do solo.

Quanto à R/PA (Figura 6B), percebe-se comportamento diferenciado desta variável por efeito dos níveis de umidade do solo. A R/PA da cv. Nordestina aumentou linearmente à medida que se elevou a umidade do solo, ao passo que o oposto ocorreu para a cv. Paraguaçu, notando-se decréscimo linear desta relação, o que pode ser explicado pelos maiores valores de fitomassa seca da parte aérea para essa cultivar (Tabela 3). Dessa maneira, notou-se acréscimo em 21% na R/PA para a cv. Paraguaçu e um decréscimo da ordem de 29,72% para a cv. Nordestina quando se variou os níveis de umidade do solo de 40 a 100% CC. Esse decréscimo também se explica pela redução da fitomassa seca radicular para a cv. Paraguaçu nos níveis 80% e 100% da CC que consequentemente reduz a R/PA (Tabela 3).

Pesquisadores afirmam [6] que este parâmetro expressa um balanço funcional entre a taxa fotossintética e a absorção de água pelas raízes, que, em condições normais, apresenta certo equilíbrio. Em estudo realizado [14] não se verificaram alterações na R/PA de plantas de mamona em decorrência do estresse hídrico. Entretanto, foi observada maior R/PA na mamoneira quando comparada a outras oleaginosas (gergelim e amendoim) submetidas a déficit hídrico.

Tabela 3: Valores médios de fitomassa seca total, fitomassa foliar, fitomassa da parte aérea e radicular, expressos em g, de plantas de duas cultivares de mamona (cv.1: Paraguaçu e cv.2: Nordestina), submetidas a diferentes níveis de reposição de água.

Variáveis	Conteúdo hídrico do solo (% da CC)							
	40		60		80		100	
	cv.1	cv.2	cv.1	cv.2	cv.1	cv.2	cv.1	cv.2
MST	0,373	0,312	0,538	0,526	0,682	0,808	0,804	1,110
MSF	0,028	0,058	0,082	0,116	0,152	0,166	0,216	0,216
MSPA	0,267	0,246	0,402	0,404	0,526	0,598	0,640	0,800
MSR	0,098	0,084	0,136	0,122	0,156	0,210	0,164	0,310

Cabe acrescentar que a produção de fitomassa seca e as relações entre a biomassa das partes aérea e radicular são variáveis também utilizadas na avaliação da resposta do crescimento de mudas quanto à luz [15] Em um estudo a esse respeito [16] constatou-se que a razão de peso foliar representa a capacidade de translocação de fotoassimilados da parte aérea para o resto da planta, e quanto maior for esta razão, mais eficiente é a translocação, o que favorece o aumento no diâmetro.

4. CONCLUSÃO

O aumento da disponibilidade hídrica no solo beneficia o crescimento de ambas as cultivares de mamonas estudadas. A irrigação constitui-se em uma prática cultural viável para a otimização da produção.

O sistema radicular da cv. Paraguaçu responde negativamente ao aumento de conteúdo de água do solo superior a 86% da capacidade de campo; no entanto, esse fator não afeta o sistema radicular da cv. Nordestina. A razão de peso foliar apresenta crescimento linear e a relação raiz/parte aérea é reduzida para a cultivar Paraguaçu com a elevação da umidade do solo. Os índices de crescimento em plantas de mamona são afetados pelas condições de umidade do solo.

1. Embrapa-Algodão. Mamona. Campina Grande, PB, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/>>. Acesso em 03 maio 2013.
2. Parente, E. Pai do Biodiesel afirma que o Brasil acerta em priorizar investimento no setor. Sapiência: FAPEPI. Teresina. n.2, Ano I. 2004. Disponível em:<<http://www.fapepi.pi.gov.br/sapiencia2/entrevista-completa.php>>. Acesso em: 10 fev. 2004
3. Beltrão NE de M. A cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 19p.
4. Beltrão NE de M. Sistema de produção de mamona em condições irrigadas: Considerações gerais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 14 p. (Documentos, 132).
5. Floss EL. Fisiologia das plantas cultivadas. Passo Fundo: UPF, 2004.
6. Basso SMS. Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. & *Lótus* L. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 268 p. (Tese doutorado).
7. Taiz L, Zeiger E. Fisiologia Vegetal, 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
8. Benincasa MMP. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
9. Lacerda RD, Guerra HOC, 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.

10. Souza JG de, Beltrão NE de M, Santos JW dos. Influência da saturação hídrica do solo na fisiologia do algodão em casa-de-vegetação. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 1, n. 1, p. 63-71, 1997.
11. Souza JG de, Beltrão NE de M, Santos JW. Fisiologia e produtividade do gergelim em solo com deficiência hídrica. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 4, n. 3, p. 163-168, 2000.
12. Beltrão NE de M, Souza JG de, Santos JW dos. Consequências da anoxia temporária radicular no metabolismo do gergelim. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 4, n. 3, p.153-161, 2000.
13. Rosa, LMG. Respostas fisiológicas de *Ricinus communis* à redução na disponibilidade de água no solo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 87p.
14. Pinto C de M, Távora FJFA, Bezerra MA, Corrêa MC de M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 3, p. 429-436, 2008.
15. Farias VCC, Costa SS, Batalha LFP. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 19, n. 2, p.193-200, 1997.
16. Scalon S. de PQ, Rosilda RM, Scalon Filho H, Francelino CSF. Desenvolvimento de mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.