



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

COEFICIENTE DE MIGRAÇÃO, PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA E SEQUESTRO DE CARBONO PELA MAMONEIRA EM REGIME DE SEQUEIRO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Napoleão Esberard de Macedo Beltrão¹, Tarcísio Marcos de Souza Gondim¹, Jose Rodrigues Pereira¹, Gleibson Dionízio Cardoso¹, Liv Soares Severino¹, (1) Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, 58107720, Campina Grande, PB. e-mail: nbeltrao@cnpa.embrapa.br; tarcisio@cnpa.embrapa.br; rodrigue@cnpa.embrapa.br; gleibson@cnpa.embrapa.br; liv@cnpa.embrapa.br.

RESUMO

Objetivando quantificar e estimar a produtividade primária, a partição de assimilados e alguns aspectos do crescimento e do desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivares BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu, no espaçamento de 4,0m x 0,5m, população de 5.000 plantas/ha, um experimento foi conduzido em condições de sequeiro no município de Missão Velha, Estado do Ceará, no ano de 2003, em solo argilo-arenoso adubado com NPK e precipitação pluvial de 761mm, com distribuição irregular, concentrada em quase dois meses, março e abril, sendo o plantio realizado em 17 de fevereiro de 2003. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso com dois tratamentos e vinte repetições. Observou-se que a Cultivar BRS 149 Nordestina foi bem mais produtiva do que a BRS 188 Paraguaçu (437 kg de bagas/ha contra somente 276 kg/ha), tendo ainda folhas maiores, maior produtividade de fitomassa de raízes, de caule e ramos, de folhas e total, que foi muito baixa, 3037,7 kg/ha contra apenas 1936,2 kg/ha da BRS Paraguaçu, correspondendo respectivamente a 1215,0 kg de Carbono/ha e 774,5 kg carbono/ha, considerado muito baixo para o potencial da espécie em condições ecofisiológica, no ótimo ecológico, que é próximo de 9.000 kg C/ha.

INTRODUÇÃO

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) é tradicional no Nordeste brasileiro, onde já foi bastante cultivada em quase todos os Estados, sendo ainda explorada na atualidade no Estado da Bahia, onde um elevado número de pequenos produtores, com área inferior a 5,0 hectares a cultivam, em especial, nos municípios polarizados por Irecê, onde na safra de 2002/2003, teve mais de 80.000 ha explorados com esta euforbiácea. Além de ser fonte de inúmeros produtos derivados de seu óleo, a mamona pode ser uma das grandes alternativas para a produção de biodiesel, tendo a região Nordeste, milhares de hectares aptos para o seu plantio em condições de sequeiro (OLIVEIRA, 2001, PARENTE, 2003, FUNDAÇÃO DALMO...2003 e O BIODIESEL E A INCLUSÃO...2003). A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um planta de elevada complexidade morfológica e fisiológica, seu crescimento é diferenciado em cada ramo, dicotômico e heterogônico, com cachos de várias idades fisiológicas, desenvolvimento heteroblástico, metabolismo fotossintético C₃, ineficiente, com taxa fotossintética entre 18 e 27 mg CO₂/dm²/h, elevada taxa de fotorrespiração e necessita de pelo menos 2.900 graus/dias de



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

calor para chegar a maturidade (STREET e OPIK, 1974, D'YAKOV, 1986, MOSHKIN, 1986 e BELTRÃO et al., 2001). Para o entendimento de como a planta e a cultura fabrica sua produção econômica, há a necessidade de se entender como ela cresce e se desenvolve e em especial como a planta faz a partição dos assimilados entre os seus diversos órgãos, em condições otimizadas de clima e de solo e em condições desfavoráveis, caracterizadas por LARCHER (2000) como um desvio significativo das condições ótimas e que induz a mudanças no metabolismo dos organismos, o que freqüentemente chama-se de estresse, sendo a resposta das plantas denominadas de "strain" na linguagem de Levitt (1974), onde o coordenador interno nas plantas superiores são os hormônios, promotores (auxinas, giberelinas e cinetinas) e retardadores do crescimento, como o etileno e o ácido abscísico. Entre as características do crescimento que tem sido estudadas na mamoneira, destaca-se a taxa assimilatória líquida, que em condições boas para o crescimento, assume valores entre 6,5 a 6,9 g/m²/dia, no período vegetativo, podendo chegar a até 10,1 g/m²/dia no estágio da terceira folha até a formação do racemo primário (D'YAKOV, 1986). Nas mais importantes plantas cultivadas tais como milho (*Zea mays* L.), feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oriza sativa* L.), soja [*Glycine Max* (L.) Merr.], entre outros, há inúmeros estudos sobre a partição de assimilados e estimativa do índice de colheita e escore de produtividade, entre outras características do crescimento diretamente ligadas a produção econômica das culturas (STOSKOPF, 1981), sendo que cultura da mamona pouco se sabe sobre tais aspectos, bem como sobre a produtividade primária desta espécie em condições ecofisiológicas e como ela usa o substrato ecológico, transformando o CO₂ do ar em fitomassa, fazendo assim o seqüestro do carbono, além de produzir oxigênio via processo fotossintético. Com este trabalho, objetivou-se quantificar a estimativa da capacidade de produção biológica e econômica da mamoneira, bem como de algumas características do crescimento desta espécie em condições de campo, regime de sequeiro, no Cariri do Estado do Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Na região do Cariri do Estado do Ceará, município de Missão Velha, no ano de 2003, um experimento de campo foi conduzido em regime de sequeiro envolvendo a cultura da mamona, cultivares BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu, na atualidade, as mais plantadas na região Nordeste do Brasil, sendo possuidoras de frutos semi-indeiscentes com sementes de elevado teor de óleo, mais de 48% em relação ao peso das sementes, porte baixo, ciclo em torno de 235 dias e iniciam a floração, primeiro cacho entre 48 a 55 dias da emergência das plântulas (EMBRAPA ALGODÃO, 2000 e 2002). A pluviosidade ocorrida no período de condução do experimento totalizou 761,7 mm, sendo distribuídos 154,8 mm em fevereiro, 309,7 mm em março, 257,2 mm em abril, 40,0 mm em maio.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

Não houve precipitação pluviométrica nos meses de junho e julho.

O solo é argilo-arenoso (massapê) de topografia plana identificado como sendo um Argissolo, apresentando as seguintes características químicas: pH (água) = 7,3; P = 14,81 mg dm⁻³; K = 3,6 mmol_c dm⁻³; Ca = 216,06 mmol_c dm⁻³; Mg = 71,0 mmol_c dm⁻³; Al = 0,0 mmol_c dm⁻³ e matéria orgânica = 13,49 g kg⁻¹.

O preparo do solo teve uma escarificação em duas passagens e duas gradagens tratorizadas, com grade leve. A semeadura foi realizada no dia 17 de fevereiro de 2003, no espaçamento de 4,00m x 0,50m, deixando-se uma planta por cova, após desbaste feito aos 15 dias da germinação. Os tratos culturais e adubações seguiram as recomendações do sistema de produção preconizado pela Embrapa Algodão(2003). A adubação de fundação seguiu a recomendação, baseada na análise de solo, com NPK na base de 15-60-30, e a de cobertura 40 kg/ha de N, após 40 dias da emergência.

As avaliações foram realizadas na colheita, aos 160 dias do plantio. Avaliaram-se as seguintes variáveis: altura do 1º cacho; altura da planta; diâmetro do caule; número de cachos e de folhas; comprimento e largura de folha; peso de matéria seca de raiz, caule e ramos, folhas, racemo e casca e semente e utilizando-se as informações de Stoskopf (1981) foram estimadas as características do crescimento: índice de colheita, escore de produtividade e produtividade biológica.

A determinação da matéria seca das folhas foi por meio do peso das folhas das plantas úteis da parcela, obtendo-se uma média, que foi somada ao peso das folhas remanescentes da planta selecionada ao acaso, coletadas no momento da avaliação. A parcela (12,00m x 10,00m) foi formada por três linhas de mamona, sendo útil a linha central. O peso de raiz foi obtido de oito plantas, devido a grande dificuldade de extração das mesmas, em solo seco. Poucas radículas foram coletadas, pelo mesmo motivo. A matéria seca da parte aérea [caule e ramos, folhas, cacho (racemo e casca) e sementes] e do sistema radicular foi determinada após secagem de cada grupo de órgãos em temperatura de 105 °C, por 48 horas, em estufa. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com dois tratamentos (duas cultivares) e 20 repetições, representadas por uma planta. A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode ser observado os resumos das análises de variância dos dados das variáveis mensuradas, denotando-se as diferenças significativas para as variáveis altura do primeiro cacho (racemo), comprimento das folhas, largura das folhas, fitomassa de racemos+casca, fitomassa de sementes e produtividade econômica. Com relação a altura do primeiro cacho, verificou-se que na cultivar BRS 188 Paraguaçu esta variável foi maior cerca de 13,0%, como pode ser observado na



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

Tabela 2. Isto não era esperado uma vez que a BRS 149 Nordestina é um pouco mais robusta do que a outra cultivar testada, embora não tenha havido diferença significativa para a altura das plantas, médias abaixo dos valores médios relatados pela Embrapa Algodão (2000 e 2002) para tais cultivares, em condições de sequeiro no semi-árido Brasileiro. Este menor crescimento, refletido pelos valores obtidos para a variável altura de planta, nas cultivares testadas, possivelmente foi devido a irregular distribuição da precipitação pluvial, pois o solo é de boa condição física e química, além de ter sido adubado com NPK, seguindo as recomendações da Embrapa Algodão (2003). Embora sem diferença significativa entre os tratamentos, o baixo número de cachos por planta, média de somente 1,8 retrata que houve uma grande limitação externa, que foi a água no solo, para o crescimento das plantas. Segundo Nóbrega et al. (2001) este componente de produção abaixo de 3 racemos/planta é considerado na categoria baixo. O número de cachos por planta é um dos principais componentes da produção e altamente correlacionado com a produção por planta (SACHLI, 1986).

Quanto aos elementos relacionados com o aparelho assimilatório das plantas (as folhas), que definem junto com a área disponível para cada planta, o LAI (índice de área foliar), uma das mais importantes características do crescimento, foi verificado que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o número de trofófilos por planta, largura e comprimento das folhas que estão diretamente relacionados com a área foliar, pela fórmula $\log Y = -0,346 + 2,152 \log X$, de acordo com Wendt (1967). Aparentemente o número de folhas médio foi pequeno (Tabela 2), possivelmente devido a redução do crescimento imposto pela deficiência de água, uma vez que foram quase 60 dias com muito pouca água no solo, devido a baixa precipitação pluvial e no período em que as plantas mais necessitavam deste fator de produção, meses de junho e de julho de 2003, sendo que a massa verde é altamente correlacionada com a produção de sementes por planta (SACHLI, 1986).

No tocante a partição de assimilados, refletido na fitomassa dos diversos órgãos das plantas da mamoneira, verifica-se na Tabela 2, que os valores obtidos foram relativamente baixos para o potencial da planta da mamona que pode produzir uma quantidade elevada de fitomassa e massa verde por hectare, superior a 20.000 kg de massa verde/ha (SAVY FILHO et al., 1998), e produção de sementes elevada, com produtividade superior a 8.500 kg de sementes (bagas)/ha, segundo as informações de Canecchio Filho (1954), podendo-se afirmar que o potencial de produção desta cultura é superior a 10.000 t de sementes/ha, sendo a semente uma pequena fração da fitomassa total da planta, e com média de 10% de umidade.

Considerando a produtividade de fitomassa de caules + ramos, verifica-se que esta fração representou na média das duas cultivares, 665,8 kg/ha, que não diferiram entre si, cerca de 26,8% da



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

fitomassa total das plantas (Tabela 2). Quanto a massa foliar também não diferiram entre si, onde esta variável representou cerca de 36,6% da fitomassa total, média de 787,3 kg/ha, por outro lado, a produtividade de sementes de 437,9 kg/ha na cultivar BRS 149 Nordestina e de apenas 276,7 kg/ha na BRS 188 Paraguaçu foi muito baixa, bem menos do que a preconizada por Beltrão et al. (2001) para o cultivo de sequeiro de tais cultivares no semi-árido Brasileiro, devido aos dois meses críticos sem chuvas, junho e julho, onde a demanda por água foi máxima e não havia água armazenada no solo, em quantidade suficiente para satisfazer as plantas.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

Tabela 1. Resumos das análises de variância da altura do 1º cacho (HC); altura da planta (HP); diâmetro do caule (DC); número de cachos (NC) e de folhas (NF); comprimento (CF) e largura de folha (LF); produtividade de matéria seca de raiz (PMSR), caule e ramos (PMSCR), folhas(PMSF), racemo e casca (PMSRC) e semente (PMSS) de mamona, em condições de sequeiro. Missão Velha, CE, 2003.

F. V.	GL	Quadrados médios							Kg/ha			
		HC	HP	DC	NC	NF	CF	LF	PMSCR	PMSF	PMSRC	PMSS
Tratamento	1	2325,62**	774,40 ns	87,91 ns	0,62 ns	853,31 ns	613,40 **	552,79 *	1224300,10 ns	760380,62 ns	106863,91 **	259773,81 **
Bloco	19	1044,02	1674,26	48,38	2,15	357,99	64,44	70,56	406607,89	109049,22	97821,47	92337,92
Resíduo	19	243,47	302,66	35,79	1,62	394,09	71,61	71,86	353421,34	182032,84	12308,97	15798,87
CV (%)	-	12,51	11,40	23,64	67,99	71,07	22,59	22,35	89,28	54,19	33,35	35,18

*, ** - Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

ns - Não significativo.

Tabela 2. Média dos tratamentos das variáveis altura 1º cacho (HC em cm); altura da planta (HP); diâmetro do caule (DC em mm); número de cachos (NC) e de folhas (NF); comprimento (CF) e largura de folha (LF); produtividade de matéria seca de , caule e ramos (PMSCR), folhas(PMSF), racemo e casca (PMSRC), semente (PMSS) e de raiz (PMSR) de mamona cv. BRS 149 (Nordestina) e BRS 188 (Paraguaçu), em condições de sequeiro. Missão Velha, CE, 2003.

Cultivares	Médias											
	HC	HP	DC	NC	NF	CF	LF	PMSCR	PMSF	PMSRC	PMSS	PMSR¹
Nordestina	117,10 b	148,15 a	26,78 a	2,00 a	32,55 a	41,38 a	41,64 a	840,82 a	925,20 a	384,38 a	437,88 a	449,38*
Paraguaçu	132,35 a	156,95 a	23,82 a	1,75 a	23,31 a	33,55 b	34,20 b	490,92 a	649,45 a	281,00 b	276,70 b	238,12*
Nordestina	98,33	146,21	33,67	3,83	80,33	30,97	31,23	755,08	836,05	539,74	698,47	472,58**
Paraguaçu	126,67	194,83	35,83	4,83	61,00	34,67	35,23	1376,40	792,43	766,18	815,85	576,59**

* Média de quatro plantas de cada variedade, não analisadas estatisticamente.

** Média de seis plantas de cada variedade, no espaçamento de 3,00 m x 1,00 m.

Médias seguidas da mesma letra coluna, para cada variável, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No geral, os resultados diferem um pouco dos obtidos por Moshkalenko & Savin (1986), para as condições ecológicas da Rússia. Considerando a produtividade biológica, na Tabela 3 observa-se que a BRS 149 Nordestina produziu bem mais do que a BRS 188 Paraguaçu, com cerca de 56,9% a mais (3037,7 kg/ha contra 1936,2 kg/ha, respectivamente), demonstrando que para as condições do ambiente estudadas, a primeira cultivar foi mais eficiente, embora não tenha apresentado um coeficiente de migração, ou índice de colheita maior, como pode ser visto na Tabela 3. O escore de produtividade por outro lado, foi bem maior na Nordestina, cerca de 56,7% a mais, como ser visto na Tabela 3, denotando maior capacidade potencial de produção biológica, apesar de ter índice de colheita semelhante a da outra cultivar testada. A produtividade de fixar carbono, que representa cerca de 40% da fitomassa, foi maior na cultivar



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

BRS 149 Nordeste como pode ser visto na Tabela 3, é muito baixo, devido a redução do crescimento das plantas imposta pela deficiência hídrica.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

Tabela 3. Médias dos tratamentos (cultivares BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu) considerando as variáveis índice de colheita (IC), em percentagem, produtividade biológica (PB) (kg fitomassa/ha), produtividade de carbono (PC) (kg/ha) e escore de produtividade. Missão Velha, CE. 2003 (EP).

Tratamento	Variáveis			
	IC	PB	PC	EP
BRS 149 Nordestina	14,4	3037,7	1215,1	3489,9
BRS 188 - Paraguaçu	14,3	1936,2	774,5	2227,2

Condições de sequeiro, espaçamento de 4,0m x 0,5m, 1 planta/cova, população de 5000 plantas/ha.

CONCLUSÕES

- Nas condições ecofisiológicas do ano de 2003 no Cariri do Estado do Ceará, município de Missão Velha, com precipitações pluviárias irregulares, com dois meses sem chuvas, no momento em que as plantas estavam em pleno crescimento e desenvolvimento, a produtividade biológica da mamoneira, independente da cultivar (BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu), espaçamento de 4,0 m x 0,5 m, população de 5.000 plantas/ha, foi muito baixa e assim a capacidade de sequestrar carbono da atmosfera, respectivamente, 2486,0 kg de fitomassa/ha e 994,8 kg de C/ha;
- As duas cultivares testadas (BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu) apresentaram índices de colheita (IC) baixos, respectivamente 14,4 e 14,3%, embora com escores de produtividade bem diferentes, cerca de 56,7% a mais na primeira cultivar;
- Considerando a produtividade de sementes, a cultivar BRS 149 Nordestina foi bem mais produtiva do que a BRS 188 Paraguaçu, com incremento de 63,2%.

REFERENCIAS

- BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P.de; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.37-61.
- CANECCHIO FILHO, V. Resultados de experiências de espaçamento da mamoneira anã, variedade IAC 38. **Bragantia**, v.13, n.25, p.297-305, 1954.
- D'YAKOV, A.B. Properties of photosynthesis. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.65-67.
- EMBRAPA ALGODÃO. **BRS 149 Nordestina**: nova cultivar de mamona para o Nordeste Brasileiro. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2002. (Folder).
- EMBRAPA ALGODÃO. **BRS 188 Paraguaçu**: Nova cultivar de mamona para o Nordeste Brasileiro. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. 2000. (Folder).
- EMBRAPA ALGODÃO. **Sistemas de produção para a cultura da mamona na agricultura familiar no semi-árido Nordestino**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. 2003. (Folder).
- FUNDAÇÃO DALMO GIACOMETTI. **Estudo para criação e implantação do Programa Nacional de óleos vegetais combustíveis – PROÓLEO**. Brasília, DF. Fundação Dalmo Giacometti, 2003.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

140p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP. Rima. 2000. 531p.

MOSHKALENKO, V.I.; SAVIN, V.D. Crops harvesting. In: Moshkin, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind. 1986. p.258- 266.

MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Dalhi: Amerind, 1986. p.54-64.

NÓBREGA, M.B. de M.; ANDRADE, F.P de; SANTOS, J.W. dos; LEITE, E.J. Germoplasma. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão (Campina Grande, PB). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.257-281.

O BIODIESEL E A INCLUSÃO SOCIAL. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2003. 24p. (Série Estudos Científicos e Tecnológicos, n.1).

OLIVEIRA, L.B. Biodiesel: combustível limpo para o transporte sustentável. In: RIBEIRO, S.K. (Org.) **Transporte sustentável. Alternativas para ônibus urbanos**. Rio de Janeiro, RJ: COPPE/UFRJ, 2001. p.79-112.

PARENTE, E.J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Editora UNI. 2003. 66p.

SACHLI, I.K. Variability, inheritance and correlation of characteristics. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.103-116.

SAVY FILHO, A.; BANZATO, N.V.; BARBOSA, M.Z.; MIGUEL, A.M.R.O.; DAVI, L. H.N.; CARVALHO, L.O. de; RIBEIRO, F.M. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no Estado de São Paulo – Análise e diagnóstico**. Subsídios da Comissão Técnica de Oleaginosas da Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Campinas, SP, 1998. p.29-39.

STOSKOPF, N.C. **Understanding crop production**. Reston, Virgínia, USA: Reston Publishing Company, Inc. 1981. 433p.

STREET, H.E.; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento**. São Paulo: Editora Polígono 1974. 332p.

WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.) and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, v.59, p.484-486, 1967.