

7. ECOFISIOLOGIA DA MAMONEIRA

Leila Leal da Silva Bonetti

João Paulo Tadeu Dias

Rosa Maria Guerra Diniz

O Brasil desponta-se como potência energética e ambiental mundial pela riqueza em alternativas de produção das mais variadas fontes e por contribuir para o progresso socioeconômico da população, mantendo uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo.

Apesar de ser uma preocupação mundial, o combustível fóssil continua ocasionando graves problemas ao meio ambiente, com forte ênfase para o efeito estufa. Entretanto, avanços na tecnologia proporcionam produção de combustível a partir de plantas, entre elas, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) bastante adaptada às condições edafoclimáticas, com cultivo em várias regiões do Brasil.

A mamoneira, planta pertencente à família *Euphorbiaceae*, é uma oleaginosa de alto valor socioeconômico que ganha espaço no cenário mundial por apresentar inúmeras aplicações na indústria, e o destaque é para sua utilização na produção de biodiesel, um combustível biodegradável e renovável. Atualmente, os maiores produtores de mamona são a Índia, a China e o Brasil, que concentram o foco na produção de biodiesel.

A espécie adaptou-se tão bem às condições brasileiras que vem expandindo-se para várias regiões do país, desde o Rio Grande do Sul até o Amazonas, com crescimento subespontâneo em áreas rurais cuja vegetação nativa original foi removida e, também, em terrenos não edificados de áreas urbanas (AZEVEDO et al., 1997).

Oliveira et al. (2010) relatam que o cultivo da mamona se tornou uma cultura do agronegócio, promissora na região Sul do Brasil, pois, o estado do Rio Grande do Sul tem recebido incentivos governamentais para expandir o seu cultivo. Para Savy Filho (2005), o sucesso dessa iniciativa está condicionado à geração de tecnologias de produção da matéria-prima.

A mamoneira é considerada a alternativa mais difundida pela agricultura familiar para a produção de biodiesel por apresentar elevado teor de óleo nas sementes, além de ser uma planta tolerante a diversas condições edafoclimáticas e adaptada à região do semiárido (AZEVEDO et al., 1997). LACERDA et al. (2009) informam sobre a demanda hídrica da mamona, que varia entre 750 e 1.500 mm (7.500 a 15.000 m³.ha¹), e que no período que antecede a floração a planta precisa receber de 400 a 500 mm de água. Barros Júnior et al. (2008) ressaltam que a mamoneira transforma os insumos em produção efetiva de matéria seca, com maior produção de frutos por área cultivada em situação de solo mantido à capacidade de campo (100% de água disponível), com manejo e aplicação de insumos necessários ao desenvolvimento da cultura.

Para D. N. et al. (2009), a mamoneira, que é exigente em umidade nos seus estádios iniciais de crescimento, necessita passar por um período seco nos estádios de maturação e secagem dos frutos.

Ribeiro et al. (2009) revelam que produtos e subprodutos da mamoneira são utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura. A possibilidade de seu uso como biocombustível se dá pelo óleo que é extraído de suas sementes, porém, apesar de seu alto potencial, sua produtividade em grãos ainda é baixa.

Santos et al. (2007) asseguram que o cultivo da mamoneira é uma contínua fonte de renda, importante para fixação do homem no campo em um período de escassez de chuvas.

Embora seja considerada uma planta rústica, o seu desenvolvimento se dá em locais de clima seco, sendo pouco exigente quanto à disponibilidade de água, e de acordo com Savy Filho (2005), o seu crescimento é contínuo, numa disposição simpodial.

Há grande variabilidade em diversas características apresentadas pelas plantas da espécie, tais como: hábito de crescimento, cor das folhas e do caule, tamanho, cor e teor de óleo das sementes. Essas características permitem a localização de tipos botânicos com porte baixo ou arbóreo, ciclo anual ou semiperene, caule e folhas de coloração verde, vermelha ou rosa, presença ou ausência de cera no caule, frutos com ou sem espinhos, deiscentes ou indeiscentes, sementes de diversos tamanhos e colorações e diferentes teores de óleo (COSTA *et al.*, 2014).

Enquanto os primeiros racemos já se encontram maduros, outros ainda estão em formação (MOSHKIN, 1986), pois, os períodos vegetativo e reprodutivo não são determinados. O desenvolvimento de ramificações secundárias e terciárias é variável, de acordo com o material genético utilizado, o nível de competição entre plantas em função da

densidade e o arranjo de plantas no ambiente de cultivo (SORATTO et al., 2011; SOUZA-SCHLICK et al., 2011).

Fioreze et al. (2016) relatam que o hábito de crescimento da cultura da mamona proporciona competição entre drenos após o início da formação do racemo primário, que coincide com o início do desenvolvimento dos ramos secundários, os quais dependem do ramo primário até o desenvolvimento de seu próprio aparato fotossintético. Com a retirada das gemas vegetativas que originam tais ramos, há um redirecionamento de assimilados para o racemo primário em formação e, conseqüentemente, há um desequilíbrio no sistema hormonal da planta. O racemo primário se desenvolve mais, tanto em crescimento quanto em diferenciação de gemas reprodutivas resultando na formação de flores femininas e, conseqüentemente, em maior produção de frutos e grãos.

É possível, pela análise de crescimento da mamoneira – e também pela utilização de parâmetros fisiológicos e elementos climáticos, edáficos e fitotécnicos – identificar diferenças entre as cultivares e estabelecer relações entre a planta e o ambiente (CRUZ et al., 2010; SAMPAIO FILHO, 2011). De acordo com Medici et al. (2007), Oliveira et al. (2009) e Freitas et al. (2010), independentemente do genótipo da planta e da intensidade do déficit hídrico, processos como abertura estomática, fotossíntese e o crescimento podem ser, diferentemente, afetados.

Ainda que muitos trabalhos de pesquisa sejam realizados com a finalidade de avaliar e aumentar o potencial produtivo da mamoneira (SILVA et al., 2007; SOUZA et al., 2007; ZUCHI et al., 2010; RIBEIRO et al., 2009), o Brasil necessita de investimentos na área tecnológica para melhorar os seus rendimentos médios.

Deve-se ter um cuidado especial com os solos explorados em pequenas propriedades, porque existe uma falsa ideia de que a mamoneira é pouco exigente em adubação, sendo a fertilização muito necessária (SOUZA et al., 2007). A mamoneira desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solo, entretanto, solos com textura muito argilosa, que apresentam deficiência de drenagem e aeração, tendem a limitar o seu crescimento (COSTA et al., 2014). Nakagawa e Neptune (1971) relatam que plantas de mamona são extremamente exigentes em nutrição e que, para produzirem uma tonelada de grãos, conseguem extrair até 40 kg de N; 9 kg de P_2O_5 e 16 kg de K_2O por hectare.

O sistema radicular da mamoneira aumenta a aeração, retenção e distribuição da água no solo por ser capaz de explorar as camadas mais profundas da terra; entretanto, em solos salinizados o seu crescimento e produtividade são afetados (COSTA et al., 2014).

Em condições climáticas adversas, como baixa precipitação, é interessante a semeadura de variedades adaptadas, pois, nestas condições, as plantas de mamona, no início do crescimento vegetativo, destinam parte considerável de sua energia para a produção de fitomassa radicular, com o desenvolvimento de um sistema radicular mais vigoroso e profundo, permitindo explorar e absorver nutrientes em regiões onde a água é o fator climático limitante (GONÇALVES et al., 2005).

A maior exigência de água dessa oleaginosa ocorre antes da floração, no entanto, entre os períodos de floração e maturação dos frutos, o desenvolvimento do mofo-cinzeno pode ser favorecido por alta umidade relativa e temperaturas na faixa de 20-24°C (COSTA et al., 2014). Trabalhos realizados por Zuchi et al. (2010) evidenciaram que plantas de mamona cultivadas em condições ambientais com longos períodos de estiagem tem o peso de seus grãos reduzido.

Apesar de sua condição de planta rústica, como alguns a consideram, em lugares de baixa precipitação pluvial consegue-se alcançar boa produção de fitomassa (BARROS JÚNIOR et al., 2008; COSCIONE; BERTON, 2009), e esta característica foi a que mais favoreceu sua disseminação pelo mundo (CARVALHO et al., 2010).

A mamoneira apresenta bom desenvolvimento em uma faixa de temperatura entre 20-35°C, mas o seu pico ótimo de desenvolvimento se dá em torno de 28°C. Diante de temperaturas muito elevadas, como a 40°C, podem ocorrer situações como aborto das flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas, aborto de sementes (sementes chochas) e redução do teor de óleo. Já em temperaturas abaixo de 20°C pode ocorrer redução na velocidade de enchimento das sementes e aumento na duração do ciclo (COSTA et al., 2014).

A semente de mamona é constituída de 75% de amêndoa e 25% casca, em termos médios, mas a sua composição química muda de acordo com a variedade e região de cultivo. O teor de óleo nas sementes situa-se entre 35% e 55%, sendo que 44% é a porcentagem comercial considerada padrão. O óleo, bastante estável em variadas condições de pressão e temperatura, é o mais importante constituinte da semente de mamona. O grupo hidroxila confere ao óleo da mamona a propriedade de álcool. O ácido ricinoleico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ é o seu maior componente (COSTA et al., 2004).

A produção da mamona é praticamente toda industrializada, resultando no óleo, como produto principal, e na torta de mamona, como coproduto da produção de biodiesel, o qual é importante pela capacidade de restaurar terras esgotadas COSTA et al. (2004) e por ser potencialmente, um fertilizante orgânico e condicionador de solo, dentre outras aplicações.

Ainda, de acordo com Costa et al. (2004), a partir da semente completa (sem descascar) ou da baga (semente descascada por meio de máquinas apropriadas) é feita a extração do óleo, que pode ser realizada pelo método da prensagem, a frio ou a quente, além de extração por solvente.

O óleo de mamona, pela sua importância, é utilizado em diversas aplicações: na fabricação de tintas e isolantes, como lubrificante na aeronáutica, como base na manufatura de cosméticos e de muitos tipos de drogas farmacêuticas. É relevante, ainda, em vários processos industriais, como a fabricação de desinfetantes, germicidas, óleos lubrificantes de baixa temperatura, corantes, anilinas, colas e aderentes, e também, como base para fungicidas e inseticidas, tintas de impressão e vernizes, além de nylon e matéria plástica (COSTA et al., 2004). Azevedo et al. (1997) relatam que o óleo contido na semente da mamona tem sido a razão de interesse, desde remota data, pela sua utilização como combustível de lamparina para iluminação, em mistura com pigmentos para enfeitar os corpos de guerreiros tribais, além de seu relevante papel na confecção de cosméticos, cremes para proteção da pele e laxativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o Brasil esteja passando por uma crise econômica de caráter predominantemente interno – causada por inúmeros fatores, entre eles, as demandas em expansão devido ao intenso crescimento demográfico – novos hábitos alimentares, a produção de biocombustível a partir de cultivos essenciais para a alimentação e o impacto oriundo das mudanças no clima – questões que tratam sobre a produção dos biocombustíveis ocupa o foco das atenções, não somente nacionais, mas também internacionais. Isso porque o preço do petróleo aumenta excessivamente, e as discussões seguem com o objetivo de reduzir

as emissões de CO₂ e, conseqüentemente, o efeito estufa pelo uso de energias renováveis.

Assim é que tecnologias envolvendo a fabricação de óleos vegetais, tendo como matéria-prima a soja, o amendoim, o girassol, o dendê e a mamona, dentre outras espécies oleaginosas, vêm sendo desenvolvidas, inclusive para o processo de produção de biodiesel direto da semente. Este avanço nas pesquisas permite a redução de custos na cadeia produtiva de biodiesel, que pode ser produzido a partir das sementes de qualquer planta oleaginosa e por dispensar a etapa de extração do óleo.

Porém, de acordo com Freitas (2018), o uso da mamona – amplamente incentivado no Brasil para a produção de biodiesel, resultou em um processo de difícil produção do biodiesel – e, também, da qualidade do combustível obtido que não era adequada, o que vem afetando o seu uso industrial no Brasil, principalmente, porque o óleo de mamona apresenta um grupo hidroxila na cadeia carbônica do ácido ricinoleico, que compõe cerca de 90% do óleo de mamona.

De acordo com Suarez et al. (2006), tal característica química promove uma maior viscosidade e densidade ao óleo e ao biodiesel, não atendendo às propriedades desejadas do biocombustível.

Diante disso, torna-se premente a necessidade de estudos que avaliem a viabilidade técnica e econômica e a qualidade do biocombustível obtido da extração do óleo de mamona, com o objetivo de melhorar o seu processamento e suas propriedades finais.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D. M. P. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA CNPA, 1997. p. 39. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 25).
- BARROS JUNIOR, 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**, Campina Grande, v. 12, n. 4, 2008, p. 350–355.
- CARVALHO, E. V. et al. Densidade de plantio em duas cultivares de mamona no sul de Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, 2010, p. 387–392.
- COSTA, A.G. F. et al. **Cultivo da mamoneira**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campina Grande: Embrapa Algodão, Julho, 2014 (Circular Técnica 136).
- COSTA, H. M. et al. Efeito do Óleo de Mamona em Composições de Borracha Natural Contendo Sílica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 14, n. 1, 2004, p. 46–50.
- COSCIONE, A. R.; BERTON, R. S. Barium extraction potential by mustard, sunflower and castor bean. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, 2009, p. 59–63.
- CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Crescimento e produtividade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia. 2010. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, jan. / fev. 2010, p. 33–42.
- DINIZ, B. L. M. T.; TÁVORA, F. J. A. F.; DINIZ NETO, M. A. Manipulação do crescimento da mamoneira através da poda em diferentes densidades populacionais. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 40, n. 4, out. / dez. 2009, p. 570–577.
- FIOREZE, S. L. et al. Características agrônômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução de plantas e densidade de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, jan. / mar., 2016, p. 86–92.
- FREITAS, R. C. **Biodieselbr 2008**. Disponível em <http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/governo-informa-materiasprimas-usinas-13-01-09.htm>. Acesso em: fev. 2018.
- FREITAS, C. A. S. et al. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, 2010, p. 1059–1066.
- GONÇALVES, N. P. et al. Cultura da Mamoneira. **Informe Agropecuário**, v. 26, 2005, p. 28–32.
- LACERDA, R. D. de; GUERRA, H. O.; 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**, Recife, v. 4, n. 4, out. / dez. 2009, p. 440–448.

MEDICI, L. O. et al. Stomatal conductance of maize under water and nitrogen deficits. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, 2007, p. 599–601.

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

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Campinas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 28, 1971, p. 323–337.

OLIVEIRA, C. J. et al. Crescimento de cultivares de mamoneira sob condições de irrigação em Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, out–dez. 2009, p. 27–33.

OLIVEIRA, J. P. M. et al. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, ago., 2010, p.1835–1839.

RIBEIRO, S. et al. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 4, 2009, p. 465–473.

SAMPAIO FILHO, O. M. et al. Análise descritiva de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo no recôncavo baiano. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 6, n.1, 2011, p. 28–34.

SANTOS, R. F. et al. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande, PB – 2. ed. ev. amp. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, p. 119–137.

SAVY FILHO, A. **Mamona**: tecnologia agrícola. Campinas: EMOPI, 2005, p. 105.

SILVA, T. R. B. et al. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, 2007, p. 1357–1359.

SORATTO, R. P. et al. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, 2011, p. 245–253.

SOUZA, A. dos S. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I - crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 4, 2007, p. 422–429.

SOUZA-SCHLICK, G. D. et al. Desempenho da mamoneira IAC 2028 em função do espaçamento entre fileiras e população de plantas na safrinha. **Bragantia**, v. 70, n. 3, 2011, p. 452–456.

SUAREZ, P. A. Z.; Meneghetti, S. M. P.; Ferreira, V. F. Quim. **Nova**, n. 29, 1157, 2006.

ZUCHI, J. et al. Componentes do rendimento de mamona segundo a ordem floral e época de semeadura no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, 2010, p. 380–386.