

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MAMONA
EM CONDIÇÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

BRENDA JULIANA ELIAS CRUZ

CASSILÂNDIA – MS
JANEIRO/2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MAMONA
EM CONDIÇÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

BRENDA JULIANA ELIAS CRUZ

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS
JANEIRO/2024

C96e Cruz, Brenda Juliana Elias

Emergência e crescimento inicial de mamona em condições de deficiência hídrica /
Brenda Juliana Elias Cruz. - - Cassilândia, MS: UEMS, 2024.
31 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia), Sustentabilidade na Agricultura –
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2023.
Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz.

1. *Ricinus communis* 2. Profundidade de semeadura 3. Disponibilidade hídrica I. Zoz,
Tiago II. Título

CDD 23. ed. - 633.85



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA SEMENTE, PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MAMONA"

AUTOR(A): BRENDA JULIANA ELIAS CRUZ

ORIENTADOR: TIAGO ZOZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de concentração: “**Sustentabilidade na Agricultura**”, pela Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente



TIAGO ZOZ

Data: 26/01/2024 11:01:52-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tiago Zoz

Orientador

Documento assinado digitalmente



CASSIO DE CASTRO SERON

Data: 26/01/2024 11:07:32-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Cássio de Castro Seron - UEMS

Participação via Webconferência

Documento assinado digitalmente



CARLOS EDUARDO DA SILVA OLIVEIRA

Data: 26/01/2024 11:05:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Oliveira - UNESP

Participação via Webconferência

Data da realização: 26 de janeiro de 2024.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de expressar minha gratidão especial ao Prof. Dr. Tiago Zoz, meu orientador, pela pessoa e profissional que é; obrigada por sua dedicação, em me ajudar e orientar, que por vezes o fez perder momentos e lazer e descanso e principalmente, obrigada por sempre ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo de todos esses anos de trabalho. Sem sua orientação, apoio, confiança e amizade, neste caminho até aqui, nada disso seria possível.

Agradeço a todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Sustentabilidade na Agricultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia por todos os ensinamentos e pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Fica minha imensa gratidão aos professores Dr. Carlos Eduardo da Silva Oliveira e Dr. Cássio de Castro Seron, membros da banca de Qualificação e Defesa de Mestrado, pelas sugestões, conselhos e interesse em contribuir para o desenvolvimento deste projeto.

Sou grata aos meus pais Joel e Grace Kelly, pelo apoio incondicional que deram em minhas decisões ao longo de toda a minha trajetória; espero um dia poder retribuir todo o amor, carinho, atenção e dedicação que sempre proporcionaram a mim.

À minha grande amiga e apoiadora, Maria Helena, obrigada por estar ao meu lado nos momentos difíceis e compartilhar os momentos de alegria, por sua amizade genuína e por sempre estar disposta a me ouvir, sua amizade é inestimável.

Por fim, o agradecimento mais importante, a Deus e a Nossa Senhora, por me guiarem iluminarem e nunca me abandonarem, mesmo em momentos de desespero, quando a vontade de desistir se fazia presente, me fizeram forte para perseverar e chegar até aqui; obrigada por me presentear com graças divinas, me dando talvez, além do que eu posso merecer.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	6
1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Localização e características da área experimental	11
2.2 Delineamento experimental	12
2.3 Instalação e condução do experimento	12
2.4 Avaliações realizadas	13
2.5 Análise estatística	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO	26
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Massa de 100 sementes (M100), grau de umidade (GRU), primeira contagem de germinação (PCG) porcentagem de germinação de sementes (GERM), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MTO) de plântulas de mamona do cultivar BRS Energia antes da implantação do experimento..... 12
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância para índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), porcentagem de emergência (EMER), altura de planta (ALT), diâmetro do colmo (DIAM), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca do colmo (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos, semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente, em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica..... 15
- Tabela 3.** Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e emergência (EMER) de plântulas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica..... 16
- Tabela 4.** Altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e área foliar (AF) de plantas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica..... 18
- Tabela 5.** Massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica..... 19
- Tabela 6.** Área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica..... 21
- Tabela 7.** Tempo médio de emergência de plântulas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente..... 22
- Tabela 8.** Altura de planta (ALT) e área foliar (AF) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente..... 22
- Tabela 9.** Massa seca de folhas (MSF), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente..... 23

Tabela 10. Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EMER), diâmetro do caule (DIAM), massa seca de caule (MSC) e massa seca do sistema radicular de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos..... 24

Tabela 11. Massa seca do sistema radicular de plantas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente..... 25

Tabela 12. Massa seca do sistema radicular de plantas de mamona em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica do solo..... 26

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MAMONA EM CONDIÇÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA

RESUMO: A formação do estande da cultura da mamona pode ser afetada pelo tamanho da semente, profundidade de semeadura e umidade do solo. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a emergência e o crescimento inicial de plantas de mamona originadas a partir de sementes de diferentes tamanhos, semeadas em diferentes profundidades em duas condições de disponibilidade hídrica. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, em delineamento experimental de blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo constituído de quatro profundidades de semeadura (3, 6, 9 e 12 cm), dois níveis de disponibilidade hídrica (com e sem deficiência hídrica) e, dois tamanhos de semente de mamona (0,29g e 0,42g) da cultivar BRS Energia, com quatro repetições. Em condições adequadas de disponibilidade hídrica, recomenda-se a semeadura entre 3 e 9 cm de profundidade. Em condições de restrição hídrica recomenda-se a semeadura até 6 cm de profundidade. Sementes maiores originam plantas com maior acúmulo de biomassa e mostram resultados melhores.

PALAVRAS-CHAVES: *Ricinus communis*; Profundidade de semeadura; Disponibilidade hídrica.

EMERGENCE AND INITIAL GROWTH OF CASTOR BEAN UNDER WATER DEFICIENCY CONDITIONS

ABSTRACT: Seed size, sowing depth, and soil moisture can affect castor bean stand formation. In this sense, the present study aimed to evaluate the emergence and initial growth of castor bean plants originating from different-sized seeds at different depths in two water availability conditions. The experiment was conducted under protected cultivation in a randomized block experimental design, organized in a 4 x 2 x 2 factorial scheme, consisting of four sowing depths (3, 6, 9, and 12 cm), two levels of water availability (with and without water deficit) and two sizes of castor seed (0.29g and 0.42g) of the BRS Energia cultivar, with four replications. Under adequate water availability conditions, a depth between 3 and 9 cm is recommended. Sowing up to 6 cm deep is recommended in water restriction conditions. Larger seeds produce plants with greater biomass accumulation and show better results.

KEYWORDS: *Ricinus communis*; Sowing depth; Water availability.

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Euphorbiaceae, a mamona (*Ricinus communis* L.), tem sua origem ainda não completamente conhecida. Possui ampla gama de aplicações industriais devido ao alto teor de óleo (em torno de 40 a 50%) encontrado em seus grãos, podendo ser utilizado para geração de biocombustível e para fabricação de diversos produtos com alto valor agregado, como cosméticos, medicamentos, plásticos, lubrificantes, entre outros (Chechetto et al., 2010; Francetto et al., 2015; Madalena et al., 2017). Durante o processo de extração do óleo, grandes quantidades de resíduos são produzidas, no qual, de acordo com (Melo et al., 2008), para cada tonelada de óleo extraída é produzido cerca de 1,2 toneladas de resíduo (torta) com alto teor de proteínas. Visto que também possui alto teor de nitrogênio em sua composição, grande parte dos resíduos da mamona são aproveitados como adubação orgânica, através de sua incorporação ao solo, já que em razão da sua alta toxicidade (Bandeira et al., 2004), para ser utilizada na alimentação, mesmo que seja altamente proteica, é imprescindível que passe por um processo de desintoxicação, em virtude dos altos teores de rícino (Perrone et al., 1966).

Dentre os fatores que afetam o desenvolvimento das espécies cultivadas, a deficiência hídrica é considerada a mais prejudicial, e embora a mamona seja considerada uma cultura tolerante à deficiência hídrica e, consiga atingir produtividade satisfatória sob tais condições, o início da sua fase vegetativa é o período de maior exigência hídrica (Beltrão et al., 2003 ;Oliveira et al., 2012), período esse em que a falta de água tende a degradar tecidos de reserva da semente, reduzir processos metabólicos, transporte de carboidratos, açúcares e fotoassimilados, que culmina em prejuízo no desenvolvimento da planta (Machado Neto et al., 2006; Taiz et al., 2017).

Outra preocupação dos agricultores é alocar a semente na profundidade adequada, pois a profundidade de semeadura tem papel crucial na emergência das plântulas, devido ao rápido secamento do solo em superfície durante período de estiagem, maiores profundidades podem proporcionar maior emergência de plântulas (Limede et al., 2018; Salles et al., 2019). Por outro lado, maiores profundidades podem originar plantas menos vigorosas, devido ao alongamento do hipocótilo e à exposição prolongada aos patógenos de solo, tendo em vista o maior tempo despendido para a emergência (Azevedo et al., 2001; Hussen et al., 2013). Entretanto, a semeadura, quando superficial, também pode causar prejuízo, devido a maior exposição das sementes a condições do ambiente, como estresse térmico e hídrico, podendo

originar plantas frágeis e pequenas (Hadi et al., 2012; Tillmann et al., 1994), fator que pode ser amenizado pela escolha de sementes de maior qualidade.

Uma das características a ser observada nas sementes é o seu tamanho, podendo influenciar o desenvolvimento inicial de plântulas por estar relacionada com a qualidade fisiológica e quantidade de reservas da semente, sementes maiores podem proporcionar maior porcentagem de germinação além de maior taxa de crescimento inicial de plântula (Gaspar e Nakagawa, 2002). Limede et al. (2018) trabalhando com sementes de soja e profundidades de sementeiras verificou-se que todos os tamanhos de sementes obtiveram o mesmo resultado em relação à diferentes profundidades de sementeira, ainda assim, as plantas que obtiveram maior massa seca da parte aérea originaram-se de sementes maiores. Sob condições de estresse hídrico, observa-se que algumas espécies usam o tamanho da semente como uma estratégia de sobrevivência, em que maiores quantidades de reservas podem aumentar o desenvolvimento inicial sob condições adversas (Jurado e Westoby, 1992).

Desta maneira, o presente estudo baseia-se na hipótese de que sementes maiores, em condições de restrição hídrica, podem ser semeadas em maiores profundidades sem que ocorra prejuízo para emergência e crescimento inicial das plantas de mamona. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a emergência e o crescimento inicial de plantas de mamona originadas a partir de sementes de diferentes tamanhos, semeadas em diferentes profundidades em duas condições de disponibilidade hídrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido de maio a junho, sob cultivo protegido na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS/UUC), localizada no município de Cassilândia – MS (Latitude 19°07'21" S, Longitude 51°43'15" W e altitude de 510 m). O solo utilizado no experimento foi classificado como Neossolo Quartzarênico (Santos et al., 2018), coletado na camada de 0 – 20 cm de profundidade. As características granulométricas do solo foram: 95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia.

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo de 0 – 20 cm de profundidade para a realização das análises químicas. Os resultados da análise química do solo foram: pH em CaCl₂: 5,4; M.O.: 14,0 g dm⁻³; P_(resina): 2,0 mg dm⁻³; K_(Melich-1): 1,11

cmol_c dm⁻³; Ca_(KCl): 10,0 cmol_c dm⁻³; Mg_(KCl): 7,0; H+Al: 22,0 cmol_c dm⁻³; Al: 0,14 cmol_c dm⁻³; SB: 46,0%; S-SO₄: 2,0 mg dm⁻³; B: 0,08 mg dm⁻³; Cu: 0,60 mg dm⁻³; Fe: 8,00 mg dm⁻³; Mn: 5,70 mg dm⁻³ e Zn: 0.30 mg dm⁻³.

2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, disposto em esquema fatorial 4 x 2 x 2, o primeiro fator foi constituído de quatro profundidades de semeadura (3, 6, 9 e 12 cm), o segundo fator foi constituído de dois níveis de disponibilidade hídrica (25% e 75% da capacidade de vaso, foram considerados com e sem deficiência hídrica, respectivamente) e, o terceiro fator foi constituído de dois tamanhos de semente (0,29g e 0,42g, foram consideradas sementes, menores e maiores, respectivamente) da cultivar de mamona BRS Energia. As características de qualidade das sementes utilizadas foram testadas (Tabela 1). Cada unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade volumétrica de 5,5 dm³ preenchido com solo peneirado em peneira de malha 8 mm.

Tabela 1. Massa de 100 sementes (M100), grau de umidade (GRU), primeira contagem de germinação (PCG) porcentagem de germinação de sementes (GERM), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MTO) de plântulas de mamona do cultivar BRS Energia antes da implantação do experimento

Semente (g)	M100	GRU	PCG	GERM	MSPA	MSR	MTO
	g	%	%	%	----- g planta ⁻¹ -----		
0,29	29,12	5,22	75,0	81,0	0,86	0,75	1,61
0,42	42,21	4,87	66,5	80,5	1,01	0,71	1,73
Média	35,66	5,04	70,8	80,8	0,94	0,73	1,67

2.3. Instalação e condução do experimento

Para realizar a semeadura nas profundidades determinadas como tratamento, depositou-se solo seco no fundo dos vasos e então foram distribuídas 10 sementes em cada vaso. Posteriormente as sementes foram cobertas por uma camada de solo seco equivalente a profundidade determinada como tratamento. Todos os vasos foram preenchidos com a mesma quantidade de solo.

A determinação da capacidade de vaso do solo foi realizada seguindo-se a metodologia descrita por Gonçalves Junior et al. (2000) com algumas modificações: Em copos descartáveis de 50 mL, previamente pesados, possuindo na base orifícios com 2 mm

de diâmetro, colocaram-se 30 g de solo. Posteriormente, os copos foram colocados em uma bandeja com uma lâmina de água de 10 mm, para saturação da amostra por capilaridade, durante 24 horas. Em seguida, os copos com solo foram removidos e colocados sobre papel absorvente por 12 horas, para retirar o excesso de água, para posterior pesagem. Definiu-se como capacidade de vaso, a diferença entre o solo seco e o solo úmido.

Após a obtenção dos valores de capacidade de retenção hídrica do vaso, foram estimadas as quantidades de água a serem aplicadas para atingir 25% da capacidade de retenção hídrica (fornecimento de água com deficiência hídrica) e 75% da capacidade de retenção hídrica de vaso (fornecimento de água sem deficiência hídrica), em testes prévios foi possível verificar que o fornecimento de 100% da capacidade de retenção hídrica dos vasos ocasionava encharcamento do solo e poderia prejudicar a emergência e desenvolvimento das plantas. Os vasos foram pesados diariamente e sempre que necessário adicionou-se água para atingir as capacidades de vaso determinadas como tratamento.

Aos dois dias após a semeadura realizou-se a aplicação de 100 mg dm^{-3} , 200 mg dm^{-3} e 150 mg dm^{-3} de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Utilizou-se como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio, ureia (45% de N), superfosfato simples (18% de P_2O_5) e cloreto de potássio (58% de K_2O) respectivamente.

Aos sete dias após a semeadura realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. Posteriormente, à medida que houve emergência de novas plântulas deixou-se apenas a primeira plântula emergida em cada vaso e realizou-se o desbaste das demais.

2.4. Avaliações realizadas

Após a semeadura, foi realizada diariamente a contagem de plântulas emergidas em cada vaso e, a partir dos dados obtidos foram estimados os seguintes parâmetros:

a) emergência – obtida com a contagem do número de plantas emergidas após a estabilização do estande. Considerou-se como plântula emergida aquela que apresentava parte aérea emergida com altura superior a 1 cm;

b) índice de velocidade de emergência (IVE) – utilizou-se a equação proposta por Maguire (1962);

c) Tempo médio de emergência (TME) – estimado de acordo com a equação proposta por Labouriau, (1983).

Ao final do experimento, aos 32 dias após a semeadura foram realizadas as seguintes avaliações:

d) Diâmetro do caule (mm) – obtido com paquímetro avaliando-se sempre o ponto média do primeiro entrenó;

e) Altura de planta (cm) – obtida com uma régua considerando a distância entre o solo e o ponto mais alto da planta.

Posteriormente, as plantas foram cortadas rente ao solo e seccionadas em folhas e caule. Após o corte da parte aérea, o sistema radicular foi lavado em água corrente e utilizando uma peneira de malha fina (4 mm). Em seguida as partes seccionadas da planta foram levadas para estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C por 72 horas para obtenção da:

f) Massa seca de folhas (g planta⁻¹);

g) Massa seca de caule (g planta⁻¹);

h) Massa seca do sistema radicular (g planta⁻¹);

i) Massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) – obtida através da soma entre a massa seca de folhas e a massa seca de caule;

j) Massa seca total (g planta⁻¹) – obtida através da soma entre a massa seca da parte aérea e a massa seca do sistema radicular;

l) Área foliar (dm² planta⁻¹) – foi determinada seguindo a metodologia proposta por Benincasa (2003).

2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homoscedasticidade e quando não atendiam os requisitos para a realização da análise de variância, foram transformados em \sqrt{x} . Posteriormente, realizou-se à análise de variância, e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

As médias referentes às profundidades de semeadura foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes à disponibilidade hídrica e tamanho de sementes foram comparadas pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação tripla (profundidade de semeadura x tamanho de semente x disponibilidade hídrica) para nenhuma das variáveis analisadas. Houve interação entre o tamanho de semente e a profundidade de semeadura sobre o tempo médio de emergência,

porcentagem de emergência, diâmetro de caule, massa seca de caule e massa seca do sistema radicular. Com exceção da massa seca de raiz, houve influência da interação entre profundidade de semeadura e disponibilidade hídrica em todas as variáveis analisadas. A interação entre disponibilidade hídrica e tamanho de semente influenciou apenas as variáveis de área foliar, massa seca de folhas e massa seca da parte aérea. A disponibilidade hídrica e a profundidade de semeadura influenciaram em todas as variáveis analisadas. Com exceção do tempo médio de emergência, altura de planta e área foliar, o tamanho de semente influenciou todas as demais variáveis analisadas (Tabela 2.)

Tabela 2. Resumo da análise de variância para índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), porcentagem de emergência (EMER), altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MSTO) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos, semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente, em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica

P-valores						
F.V.	IVE	TME	EMER	ALT	DIAM	AF
Bloco	0,384	0,890	0,553	0,809	0,321	0,290
Disp. Hídrica (H)	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**
Semente (S)	0,001**	0,087	0,002**	0,184	0,033*	0,091
Profundidade (P)	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**
H x S	0,820	0,855	0,985	0,059	0,213	0,025*
P x H	<0,000**	<0,000**	<0,000**	0,001**	0,032*	<0,000**
S x P	0,838	0,002*	0,758	0,012*	0,564	0,001**
P x S x H	0,380	0,108	0,332	0,069	0,057	0,066
C.V. (%)	12,28	6,26	11,42	7,44	4,04	10,02
P-valores						
F.V.	MSF	MSC	MSPA	MSR	MSTO	
Bloco	0,659	0,742	0,699	0,198	0,264	
Disp. Hídrica (H)	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**	<0,000**
Semente (S)	0,027*	0,007**	0,013*	0,003**	0,001**	
Profundidade (P)	<0,000**	<0,000**	<0,000**	0,002*	<0,000**	
H x S	0,009**	0,058	0,013*	0,625	0,112	
P x H	<0,000**	0,000**	<0,000**	0,075	0,000**	
S x P	0,000**	0,068	0,001**	0,312	0,018*	
P x S x H	0,011	0,090	0,014	0,063	0,080	
C.V. (%)	10,17	13,93	10,74	20,95	12,31	

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

Foi constatado que não houve influência do regime hídrico sobre o IVE e o TME na profundidade de 3 cm (Tabela 3). Entretanto, para as demais profundidades verificou-se que o IVE foi inferior sob 25% da capacidade de vaso, sendo as médias deste, aproximadamente, 21%, 71% e 84% menores nas profundidades de 6, 9 e 12 cm, respectivamente (Tabela 3). Houve influência da profundidade de semeadura sobre o IVE onde se constatou que conforme o aumento da profundidade houve a redução do IVE em ambos os regimes hídricos (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e emergência (EMER) de plântulas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica

Profundidade (cm)	Disponibilidade hídrica					
	IVE		TME (dias)		EMER (%)	
	Com def.	Sem def.	Com def.	Sem def.	Com def.	Sem def.
3,0	0,78 aA	0,76 aA	10,03 dA	10,42 bA	84,72 aA	86,11 aA
6,0	0,53 bB	0,67 abA	16,17 cA	11,19 bB	86,11 aA	80,56 abA
9,0	0,17 cB	0,58 bcA	19,64 bA	12,51 abB	32,41 bB	77,78 abA
12,0	0,07 dB	0,45 cA	25,13 aA	13,62 aB	16,67 cB	63,89 bA
Média	0,50		14,84		66,03	

Com def. – Com deficiência hídrica. Sem def. – Sem deficiência hídrica. Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

Houve aumento do tempo médio de emergência em condições de 25% da capacidade de vaso com aumento de 45%, 57% e 85% em relação ao fornecimento de 75% da capacidade de vaso para as plantas nas profundidades 6, 9 e 12 cm, respectivamente (Tabela 3).

Foi verificado maior tempo médio de emergência das plântulas de mamona sob 25% da capacidade de vaso conforme o aumento da profundidade de semeadura. A maior discrepância entre o TME foi na profundidade de 12 cm, que levou cerca de 15 dias a mais para emergir em comparação à profundidade de 3 cm, por outro lado, sob 75% da capacidade de vaso o maior TME foi observado na profundidade de semeadura de 12 cm com aumento de 3 e 2 dias em relação a semeadura realizada a 3 e 6 cm, respectivamente (Tabela 3).

Tais resultados estão relacionados ao fato de que quanto mais profunda é a deposição de sementes, maior será a dificuldade encontrada pela plântula para romper o solo e completar o processo de emergência. Resultados semelhantes foram obtidos para a cultura

da mamona, onde trabalhando com 4 profundidades (2, 4, 6 e 8 cm), verificou-se que quanto mais profunda a semente era depositada, menores eram os índices de velocidade de emergência e, conseqüentemente, maiores foram os tempos de emergência (Santos et al., 2011). Também se observa resultados similares na cultura da soja (Aikins et al., 2011; Aisenberg et al., 2014). Tal fato, associado a deficiência hídrica torna o processo de emergência mais difícil para a plântula, uma vez que o desgaste fisiológico tende a ser maior por conta da inibição das atividades metabólicas ocasionada pela deficiência hídrica.

Não houve influência da baixa disponibilidade hídrica (25% da capacidade de vaso) nas profundidades de semeadura de 3 e 6 cm, porém, houve uma redução de aproximadamente 50 e 70% da emergência nas profundidades de 9 e 12 cm, respectivamente (Tabela 3). Em condições sem deficiência hídrica (75% da capacidade de vaso), não houve diferença na porcentagem de emergência quando realizado a semeadura a 3, 6 e 9 cm, por outro lado, ao realizar a semeadura a 12 cm de profundidade houve redução de 23% na emergência em relação ao semear a profundidade de 3 cm (Tabela 3). Não foi observado diferença na porcentagem de emergência nas profundidades de 3 e 6 cm independente do fornecimento de água, por outro lado, foi verificado maior porcentagem de emergência sob em condições sem deficiência hídrica em relação às condições com deficiência hídrica nas profundidades de semeadura de 9 e 12 cm (Tabela 3).

Observou-se que ambos os regimes hídricos não influenciaram a altura de planta nas profundidades de 3 e 6 cm, entretanto foi verificado que nas profundidades 9 e 12 cm a maior altura de plantas foi observada sob 75% da capacidade de vaso com aumento de 20 e 41% desta variável em relação à 25% da capacidade de vaso, respectivamente (Tabela 4). Sob baixa disponibilidade hídrica foi verificada menor altura de plantas quando realizado semeadura na profundidade de 12 cm em relação aos demais, não houve diferença da altura de plantas entre as profundidades de semeadura sob adequada disponibilidade hídrica (Tabela 4).

Tabela 4. Altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e área foliar (AF) de plantas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica

Profundidade (cm)	Disponibilidade hídrica					
	ALT (cm)		DIAM (mm)		AF (dm ² planta ⁻¹)	
	Com def.	Sem def.	Com def.	Sem def.	Com def.	Sem def.
3,0	9,98 aA	10,64 aA	5,88 aB	6,38 aA	1,02 aA	1,08 bA
6,0	9,44 aA	9,76 aA	5,44 aA	5,81 abA	1,06 aA	1,25 abA
9,0	8,49 aB	10,60 aA	5,54 aB	6,06 abA	1,01 aB	1,39 aA
12,0	5,25 bB	8,84 aA	4,50 bB	5,69 bA	0,50 bB	1,33 abA
Média	9,12		5,66		1,08	

Com def. – Com deficiência hídrica. Sem def. – Sem deficiência hídrica. Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

O maior diâmetro de caule foi observado nas profundidades de 3, 9 e 12 cm sob 75% da capacidade de vaso em 8, 9 e 26% em relação à 25% da capacidade de vaso, respectivamente (Tabela 4). O menor diâmetro do caule foi obtido na profundidade de 12 cm em relação as demais profundidades sob baixa disponibilidade hídrica, entretanto, sob adequada disponibilidade hídrica, foi verificado menor diâmetro de caule na profundidade de 6 cm (Tabela 4).

Não foi observada diferença entre as profundidades de 3 e 6 cm para área foliar independente dos regimes hídricos, entretanto nas profundidades de 9 e 12 cm foi observado aumento de 27% e 62% sob adequada disponibilidade hídrica em relação à baixa disponibilidade hídrica (Tabela 4). Em relação à 25% da capacidade de vaso, a profundidade de 12 cm apresentou resultados inferiores as demais profundidades (3, 6 e 9 cm) (Tabela 4). Quando avaliadas as profundidades dentro de 75% da capacidade de vaso, 3 e 9 cm diferiram entre si, sendo que para 9 cm foi constatada maior área foliar, entretanto para ambas não houve diferença entre as profundidades de 6 e 12 cm (Tabela 4). Tais resultados ocorrem devido à deficiência hídrica, a qual pode levar a planta a alterações morfológicas e fisiológicas, como a diminuição da turgescência que reduz o acúmulo de massa e consequentemente, a taxa de crescimento (Taiz et al., 2017).

Em estudo com 4 níveis de conteúdo hídrico do solo (40%, 60%, 80% e 100% da capacidade de campo) na cultura da mamona, concluiu-se que conforme o aumento da disponibilidade hídrica, houve o aumento de altura de planta e do diâmetro do colmo (Nunes et al., 2013). Também em estudo com a cultura da mamona sob 4 níveis de disponibilidade hídrica (70%, 80%, 90% e 100% da capacidade de campo), constatou-se que de acordo com

o aumento do teor de água do solo houve o acréscimo de área foliar (Lacerda et al., 2009). Resultados similares também foram observados para a cultura do gergelim (Mesquita et al., 2013) e para a cultura do girassol (Dutra et al., 2012).

Para as profundidades de 3 e 6 cm não foi verificado diferenças de massa seca de folhas quanto ao regime hídrico (Tabela 5). Entretanto quanto as profundidades 9 e 12 cm, a adequada disponibilidade hídrica se mostrou superior em cerca de 37% e 224% respectivamente em relação à baixa disponibilidade hídrica (Tabela 5).

Tabela 5. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica

Prof. (cm)	Disponibilidade hídrica							
	MSF		MSC		MSPA		MSTO	
	25%	75%	25%	75%	25%	75%	25%	75%
	----- g planta ⁻¹ -----							
3,0	0,72 aA	0,78 aA	0,33 aA	0,38 aA	1,05 aA	1,16 aA	1,78 aA	1,94 aA
6,0	0,67 aA	0,79 aA	0,26 abB	0,34 aA	0,93 aA	1,13 aA	1,41 abB	1,92 aA
9,0	0,62 aB	0,85 aA	0,21 bB	0,34 aA	0,83 aB	1,19 aA	1,18 bB	1,98 aA
12,0	0,25 bB	0,81 aA	0,08 cB	0,30 aA	0,33 bB	1,11 aA	0,56 cB	1,72 aA
Média	0,69		0,28		0,97		1,56	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

Quanto a profundidade dentro da baixa disponibilidade hídrica, apenas a profundidade de 12 cm se diferiu das demais profundidades (3, 6 e 9 cm), apresentando inferioridade de cerca de 65%, 63% e 60% nesta ordem. Já na adequada disponibilidade hídrica as profundidades não apresentaram diferença (Tabela 5).

Em relação a massa seca de caule, foi constatado que não houve influência do regime hídrico na profundidade de 3 cm. Contudo, nas profundidades de 6, 9 e 12 cm notou-se que a adequada disponibilidade hídrica se mostrou superior em relação à baixa disponibilidade hídrica (Tabela 5). Pôde se notar também que com 25% da capacidade de vaso, conforme o aumento da profundidade houve a diminuição da massa seca de caule, fato não observado quando utilizado 75% capacidade de vaso, no qual não se notou diferença entre os valores (Tabela 5).

Não foi constatada diferença na massa seca da parte aérea quanto ao regime hídrico nas profundidades de 3 e 6 cm, entretanto, a adequada disponibilidade hídrica foi superior em relação a baixa disponibilidade hídrica nas profundidades de 9 e 12 cm (Tabela 5). Dentro

da variável profundidade, no regime hídrico de 25% de capacidade de vaso, apenas a profundidade de 12 cm se diferiu, sendo inferior cerca de 69%, 65% e 60% das profundidades 3, 6 e 9, respectivamente (Tabela 5). Não foi constatada diferença estatística entre as profundidades para adequada disponibilidade hídrica (Tabela 5).

Quanto a massa seca total, também não foi constatado influência da disponibilidade hídrica na profundidade de 3 cm, contudo, nas profundidades de 6, 9 e 12, com 75% de capacidade de vaso se mostraram superior aproximadamente 36%, 68% e 207%, respectivamente, em relação à 25% de capacidade de vaso (Tabela 5). Foi observado que conforme o aumento da profundidade, na baixa disponibilidade hídrica, os valores de massa seca total decaíram, diferentemente de quando houve adequada disponibilidade hídrica, onde não foi constatado diferença estatística entre as profundidades (Tabela 5).

Como explicado anteriormente, a deficiência hídrica leva a planta a realizar mudanças morfológicas e fisiológicas, como por exemplo, a redução na taxa fotossintética, isso faz com que a planta acumule menos carboidratos e menos biomassa, o que é agravado quando a semente é depositada em profundidades maiores, pois requer maior uso de suas reservas energéticas para conseguir romper o solo e emergir. O que explica o motivo das plântulas originadas das sementes depositadas em maior profundidade, e submetidas à baixa disponibilidade hídrica, apresentarem menores valores de massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca de parte aérea e massa seca total (Tabela 5).

A emergência mais rápida aumenta o período da planta exposta a luz solar, e aumenta a quantidade de fotoassimilados sendo transportados pela planta, que aumenta a deposição de carbono nos tecidos e proporciona maior massa seca dos tecidos, ou seja, maior eficiência fotossintética. Ao trabalharem com 4 níveis de conteúdo hídrico do solo (40%, 60%, 80% e 100% de capacidade de campo) na cultura da mamona, Nunes et al. (2013) concluíram que conforme o aumento da disponibilidade hídrica, houve o acréscimo de biomassa seca, corroborando com esse trabalho. Resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos com a cultura do pinhão manso (Simões et al., 2014) e com a cultura do amendoim (Arruda et al., 2015).

Houve influência da disponibilidade hídrica sobre os índices de área foliar, massa seca de folhas e massa seca da parte aérea, sendo que 75% da capacidade de vaso apresentou valores superiores em todas as avaliações quando comparado com 25% da capacidade de vaso (Tabela 6).

Tabela 6. Área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica

Semente (g)	Disponibilidade hídrica					
	AF (dm ² planta ⁻¹)		MSF (g planta ⁻¹)		MSPA (g planta ⁻¹)	
	25%	75%	25%	75%	25%	75%
0,29	0,87 aB	1,15 bA	0,54 aB	0,72 bA	0,74 aB	1,01 bA
0,42	0,92 aB	1,38 aA	0,60 aB	0,90 aA	0,84 aB	1,29 aA
Média	0,90	1,26	0,57	0,81	0,79	1,15

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em relação ao tamanho de sementes, não foi observado diferença de valores de área foliar, massa seca de folhas e massa seca da parte aérea dentro da baixa disponibilidade hídrica. Todavia, com adequada disponibilidade hídrica, o tamanho de 0,42 g se mostrou superior ao de 0,29 g em aproximadamente 20% para área foliar, 25% para massa seca de folhas e de 28% para massa seca da parte aérea (Tabela 6).

Sementes maiores, por possuírem maiores quantidades de reserva energética, normalmente dão origem a plântulas mais vigorosas, bem formadas, e com maiores quantidades de biomassa, como no caso da soja (Adebisi et al., 2013), quando não há deficiência hídrica, o que pôde ser notado com 75% da capacidade de vaso. Contudo, observou-se que quando colocadas em ambiente de deficiência hídrica, as sementes maiores se igualaram às sementes menores.

Por necessitarem de maior quantidade de água para a manutenção e continuidade dos processos metabólicos, quando em condições de deficiência hídrica, as sementes maiores não puderam expressar todo seu vigor, diferente das sementes menores, que necessitam de menor quantidade de água para tais processos. Entretanto tais resultados vão em desacordo com Soares et al. (2015), que trabalhando com dois tamanhos de semente de soja, relataram que plântulas originadas de sementes maiores obtiveram maiores médias de massa seca, mesmo quando submetidas a condições de deficiência hídrica.

Com exceção da profundidade de 12 cm, a qual apresentou cerca de 4 dias a mais de tempo médio de emergência quando utilizadas sementes de 0,42 g, não houve influência do tamanho de semente no tempo médio de emergência (Tabela 7).

Tabela 7. Tempo médio de emergência de plântulas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente

Profundidade (g)	Semente (g)		
	0,29	0,42	Média
3,0	10,16 cA	10,28 cA	10,22 d
6,0	12,97 bA	14,39 bA	13,68 c
9,0	17,06 aA	15,10 bA	16,08 b
12,0	17,35 aB	21,39 aA	19,37 a
Média	14,39 A	15,29 A	-

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

Com relação a profundidade de semeadura dentro do fator tamanho de sementes, se observou que conforme as sementes foram depositadas mais profundamente, ocorreu também o aumento no tempo médio de emergência em ambos os tamanhos de sementes utilizados (Tabela 7). Isso ocorre devido à barreira física imposta pela camada de solo acima, sendo que, quanto maior o volume de solo a ser rompido, maior o tempo de emergência.

Foi constatado influência do tamanho de semente na altura de planta apenas quando semeado a 12 cm de profundidade, onde a semente menor se mostrou superior cerca de 1 cm em relação a semente maior (Tabela 8).

Tabela 8. Altura de planta (ALT) e área foliar (AF) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente

Profundidade (cm)	Semente (g)			
	ALT (cm)		AF (dm ² planta ⁻¹)	
	0,29	0,42	0,29	0,42
3,0	9,86 aA	10,75 aA	0,91 aB	1,19 aA
6,0	8,95 abA	10,25 aA	1,05 aA	1,26 aA
9,0	8,90 abA	10,19 aA	1,10 aA	1,30 aA
12,0	7,59 bA	6,50 bB	0,98 aA	0,85 bB
Média	9,12		1,08	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

Quanto às profundidades dentro dos tamanhos de semente, observou-se que, quando utilizadas sementes menores, conforme o aumento da profundidade em que as sementes foram depositadas houve a diminuição da média de altura de planta, onde a profundidade de 3 cm se mostrou superior em cerca de 2 cm em relação a semente depositada a 12 cm (Tabela

8). Quando utilizadas sementes maiores, foi constatado que apenas na profundidade de 12 cm houve diferença significativa, para a qual foi observada a menor altura em relação as demais profundidades (Tabela 8).

Quando avaliada a área foliar, verificou-se diferença significativa entre os tamanhos utilizados nas profundidades de 3 e 9 cm, nas quais sementes maiores, quando semeadas a 3 cm resultaram em área foliar cerca de 31% maior em relação às sementes menores. Entretanto, quando semeadas na profundidade de 12 cm, as sementes de 0,29 g deram origem a plantas com área foliar 15% superior, comparadas às sementes com 0,42 g (Tabela 8).

Quando utilizadas sementes menores não houve influência das profundidades no valor de área foliar (Tabela 8). Quanto à semente maior, apenas a profundidade de 12 cm diferiu estatisticamente, sendo inferior as demais profundidades (Tabela 8).

Houve influência do tamanho de semente sobre a massa seca de folhas, onde exceto na profundidade de 12 cm, a semente maior apresentou maiores valores (Tabela 9).

Tabela 9. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente

Profundidade (cm)	Semente (g)					
	MSF (g planta ⁻¹)		MSPA (g planta ⁻¹)		MSTO (g planta ⁻¹)	
	0,29	0,42	0,29	0,42	0,29	0,42
3,0	0,64 aB	0,86 aA	0,94 aB	1,27 aA	1,49 aB	2,23 aA
6,0	0,65 aB	0,81 aA	0,92 aA	1,14 aA	1,42 aB	1,91 aA
9,0	0,64 aB	0,82 aA	0,88 aB	1,14 aA	1,40 aB	1,75 aA
12,0	0,57 aA	0,50 bB	0,75 aA	0,70 bB	1,12 aA	1,17 bA
Média	0,69		0,97		1,56	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste F e teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

A massa seca da parte aérea foi influenciada pelo tamanho de semente utilizado, onde foi constatado que na profundidade de 3 e 9 cm, as sementes maiores culminaram em plantas com valores superiores de massa seca da parte aérea, de cerca de 35% e 30% respectivamente, em relação às sementes menores (Tabela 9). Não houve diferença em relação ao tamanho de semente quando semeadas a 6 cm. Quando semeadas a 12 cm de profundidade, as sementes menores deram origem a plantas com massa seca da parte aérea, aproximadamente, 7% superiores, em relação às sementes maiores (Tabela 9).

Não foi observado influência do tamanho de semente nos valores de massa seca total quando as sementes foram depositadas a 12 cm de profundidade, entretanto, para as

profundidades de 3, 6 e 9 cm as sementes maiores foram superiores em aproximadamente 50%, 35% e 25% nesta ordem em relação a semente de menor tamanho (Tabela 9).

Não houve influência da profundidade de semeadura nos valores de massa seca de folhas, massa seca da parte aérea e massa seca total, quando utilizadas sementes de 0,29 g (Tabela 9), porém, quando utilizadas sementes de 0,42 g, observou-se que a profundidade de 12 cm foi inferior as demais para valores de massa seca foliar, massa seca de parte aérea e massa seca total (Tabela 9).

Os resultados obtidos estão relacionados ao fato de que as sementes menores requerem menos tempo para embeber e começar o processo de germinação e emergência, o que a fez ter maior acúmulo de biomassa ao fim do experimento. Resultados semelhantes foram observados em estudo acerca da cultura da soja (Limede et al., 2018). Em complemento, a observação de desempenho inferior das plantas provenientes de semeaduras mais profundas, quando combinada ao estresse, está relacionada à demanda energética durante a atividade de emergência. O consumo excessivo das reservas nesta etapa resulta em plantas menos vigorosas, com menor acúmulo de massa nos órgãos (Hussen et al., 2013)

Houve influência do tamanho de semente nos valores de IVE, porcentagem de emergência, diâmetro do caule, massa seca de caule e massa seca do sistema radicular (Tabela 10). Foi constatado que a semente menor apresentou maiores valores de IVE e porcentagem de emergência em cerca de 22%, e 17%, respectivamente, em relação a semente maior (Tabela 10).

Tabela 10. Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EMER), diâmetro do caule (DIAM), massa seca de caule (MSC) e massa seca do sistema radicular de plantas de mamona originadas a partir de sementes com diferentes tamanhos

Semente (g)	IVE	EMER %	DIAM mm	MSC ----- g planta ⁻¹ -----	MSR
0,29	0,55 a	71,30 a	5,53 b	0,25 b	0,48 b
0,42	0,45 b	60,76 b	5,80 a	0,31 a	0,70 a
Média	0,50	66,03	5,66	0,28	0,59

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade

O maior IVE das sementes de menor tamanho é explicado devido a estas necessitarem de menor quantidade de água para iniciar e manter os processos metabólicos e fisiológicos relacionados a germinação e conseqüentemente a emergência. Zuchi et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes ao trabalhar com as cultivares de mamona IAC 226 e BRS 188 Paraguaçu, e concluíram que em algumas cultivares, quando utilizadas sementes

menores, o IVE foi superior, assim como a porcentagem de emergência. No entanto, obtiveram-se resultados diferentes para a cultura do cártamo, no qual verificou-se que o tamanho de semente não interferiu, tanto na velocidade, quanto na porcentagem de emergência (Abud et al., 2010).

Por outro lado, as sementes de maior tamanho resultaram em superioridade para o diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca de raiz em, aproximadamente, 5%, 24% e 46%, respectivamente, quando comparado com as sementes menores (Tabela 10). Tais resultados são atribuídos ao fato de que sementes maiores possuem maior quantidade de reservas e melhor desenvolvimento de embrião, o que conseqüentemente gera uma plântula mais vigorosa, as quais por sua vez apresentam maiores valores de diâmetro do caule, e massa seca de caule e raiz (Jurado e Westoby, 1992). Resultados semelhantes foram obtidos para as culturas do girassol (Nunes et al., 2016) e do feijoeiro (Cangussú et al., 2013).

Constatou-se que conforme o aumento da profundidade de semeadura, houve a redução da massa seca do sistema radicular, o que pode ter sido causado pelo maior gasto de energia no crescimento da parte aérea das sementes depositadas mais profundamente devido à necessidade em romper a camada de solo para completar a emergência, inferindo em um alto gasto energético das reservas que poderiam ser utilizadas para o crescimento radicular. Esses resultados corroboram com estudos realizados acerca da cultura da soja (Aisenberg et al., 2014) e do feijoeiro (Biezus et al., 2017).

Tabela 11. Massa seca do sistema radicular de plantas de mamona semeadas em diferentes profundidades de deposição de semente

Profundidade cm	Massa seca do sistema radicular g planta ⁻¹
3,0	0,75 a
6,0	0,64 a
9,0	0,57 ab
12,0	0,42 b
Média	0,59

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Foi observado que a disponibilidade hídrica tem influência direta sobre a massa seca do sistema radicular, onde foi constatado que o regime hídrico de 75% da capacidade de vaso demonstrou valor superior em comparação com 25% da capacidade de vaso (Tabela 12). Como explicado anteriormente, a redução da disponibilidade hídrica no solo ocasiona o menor acúmulo de biomassa da plântula tanto da parte aérea, quanto do sistema radicular.

Isso se deve à importância da água nas atividades metabólicas das plantas e, conseqüentemente, sobre o desenvolvimento dos órgãos, prejudicado quando da deficiência hídrica (Hadi et al., 2012).

Tabela 12. Massa seca do sistema radicular de plantas de mamona em solo com dois níveis de disponibilidade hídrica do solo

Disponibilidade hídrica %	Massa seca do sistema radicular g planta ⁻¹
25	0,44 b
75	0,74 a
Média	0,59

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade, respectivamente.

Resultados semelhantes foram observados por Nunes et al. (2013), que trabalhando com diferentes regimes hídricos na cultura da mamona (40%, 60%, 80% e 100% de disponibilidade hídrica), verificaram que as plantas submetidas à deficiência hídrica, apresentaram menor massa fresca e seca do sistema radicular, o que vai de acordo com os resultados observados por Aleman e Bertipaglia (2015), obtidos para a cultura do girassol, e por Garcia et al. (2012), os quais constataram que, para cultura do feijoeiro, a deficiência hídrica influenciou negativamente no crescimento radicular.

Em síntese, com adequada disponibilidade hídrica recomenda-se que a semeadura seja realizada de 3 a 9 cm de profundidade, sem que haja prejuízos ao desenvolvimento da plântula. Em condições de baixa disponibilidade hídrica, a semeadura recomendada é de até 6 cm devido ao efeito deletério causado pela deficiência hídrica, potencializado em maiores profundidades.

O tamanho de semente não influenciou os valores de emergência da mamoneira, entretanto sementes maiores originaram plântulas com maior acúmulo de biomassa, constatando o maior vigor destas.

4. CONCLUSÕES

Em condições adequadas de disponibilidade hídrica, a semeadura da mamona pode ser realizada com profundidade entre 3,0 e 9,0; já em condições de restrição hídrica, a semeadura deve ser realizada até 6,0 cm de profundidade.

Com aumento da profundidade de semeadura, em condições de deficiência hídrica, há aumento do tempo médio de emergência das plântulas.

Sementes maiores originam plantas com maior acúmulo de biomassa; sementes menores requerem menos tempo para embeber e começar o processo de germinação e emergência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abud, H. F.; Reis, R. G. E.; Innecco, R.; Bezerra, A. M. E. Emergência e desenvolvimento de plântulas de cártamos em função do tamanho das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.95-99, 2010.

Aikins, S. H. M.; Afuakwa, J. J.; Nkansah, E.O. 2011. Effect of different sowing depths on soybean growth and dry matter yield. **Agriculture And Biology Journal Of North America**, v.9, p.1273-1278, 2011.

Adebisi, M. A.; Kehinde, T. O.; Salau, A. W.; Okesola, L. A.; Porbeni, J. B. O.; Esuruoso, A. O.; Oyekale, K. O. Influence of different seed size fractions on seed germination, seedling emergence and seed yield characters in tropical soybean (*Glycine max* L. Merrill). **International Journal of Agricultural Research**, v.8, p.26-33, 2013.

Aisenberg, G.R.; Pedó, T.; Aumonde, T. Z.; Villela, F. A. Vigor e desempenho de crescimento inicial de plantas de soja: efeito da profundidade de sementeira. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, p.3081-3091, 2014.

Aleman, C. C.; Bertipaglia, R. Influência da lâmina de irrigação no cultivo de girassol. **Colloquium Agrariae**, v.11, p.24, 2015.

Arruda, I. M.; Moda-Cirino, V.; Buratto, J. S.; Ferreira, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, p.146-154, 2015.

Azevedo, D. M. P.; Nóbrega, L. B.; Lima, E. F.; Bastista, F. A. S.; Beltrão, N. E. M. Manejo cultural. In: Azevedo, D. M. P., Lima, E. F. (Ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. **Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, p.121-160, 2001.

Bandeira, D. D.; Cartaxo, W. V.; Severino, L. S.; Beltrão, N. E. M.; Resumo do I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004.

Beltrão, N. E. M.; Souza, J. G.; Santos, J. W.; Costa, F. X.; Lucena, A. M. A.; Queiroz, U. C. Modificações na bioquímica da planta da mamoneira, cultivares BRS 188 Paraguaçu, submetido ao estresse hídrico (deficiência e excesso). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.7, p.653-658, 2003.

Biezus, A.; Xavier, E.; Brusamarello, A. P.; Manteli, C.; Carvalho, A. F. G. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de feijão em diferentes profundidades de sementeira. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v.12, p.428-434, 2017.

Cangussú, L. V. S.; David, A. M. S. S.; Amaro, H. T. R.; Assis, M. Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.19, p.73-81, 2013.

Chechetto, R. G.; Siqueira, R.; Gamero, C. A. Balanço energético para a produção de biodiesel pela cultura da mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.546-553, 2010.

Francetto, T. R.; Alonço, A. S.; Becker, R. S.; Bellé, M. P. Máquinas gigantes. **Revista Cultivar Máquinas**, v.149, p.24-27, 2015.

Garcia, S.; Rozzetto, D. S.; Coimbra, J. L. M.; Guidolin, A. F. Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.11, p.35-41, 2012.

Gaspar, C. M.; Nakagawa, J. Influência do tamanho na germinação e no vigor de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, p.339-344, 2002.

Gonçalves Junior, A. C.; Luchese, E. B.; Lenzi, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio em soja cultivada em Latossolo Vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v.23, p.173-177, 2000.

Hadi, H.; Khazaei, F.; Babaei, N.; Daneshian, J.; Hamidi, A. Evaluation of water deficit on seed size and seedling growth of sunflower cultivars. **International Journal of AgriScience**, v.2, p.280-290, 2012.

Hussen, S.; Alemu, B.; Ahmed, F. Effect of planting depth on growth performance of maize (*Zea mays*) at the experimental site os wollo university. **International Journal of Sciences: Basic and Applied Research**, v.8, p.10-15, 2013.

Jurado, E.; Westoby, M. Seedling growth in relation to seed size among species of arid Australia. **Journal of Ecology**, v.80, p.407-416, 1992.

Labouriau, L. G. A germinação das sementes. **Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos**, p.174, 1983.

Limede, A. C.; Oliveira, C. E. S.; Zoz, A.; Zuffo, A. M.; Steiner, F.; Zoz, T. Effects of seed size and sowing depth in the emergence and morphophysiological development of soybean cultivated in sandy texture soil. **Australian Journal of Crop Science**, v.12, p.93-98, 2018.

Machado Neto, N. B.; Custódio, C. C.; Costa, P. R.; Doná, F. L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.142-148, 2006.

Madalena, L. C. S.; Ferla-Oliveira, A.; Santos, R. F.; Rosseto, R. E.; Chang, P.; Frigo, E. P. Uma revisão do uso de óleo de rícino proveniente da Mamona (*Ricinus communis* L.), em diversos setores industriais e combustíveis. **Acta Iguazu**, v.6, p.1-12, 2017.

Melo, W. C.; Silva, D. B. da.; Pereira Jr. N.; Anna, L. M. M. S.; Santos, A. S. dos. Produção de etanol a partir de torta de mamona (*Ricinus communis* L.) e avaliação da letalidade da torta hidrolisada para camundongos. **Química Nova**, v.31, p.1104–1106, 2008.

Miguel, T. B. A. R.; Oliveira, M. A.; Barros, I. M.; Pereira, P. M.; Pompilho, W. M.; Miguel, E. C. Morfoanatomia de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) expostas a estresse salino. *Perspectivas Online*, v.2, p.76-88, 2012.

Nunes, R. T. C.; Cangussu, A. C. V.; Oliveira, C. C.; Santos, A. P. S.; Morais, O. M. Qualidade fisiológica de sementes de girassol classificadas pelo tamanho. **Unoesc & Ciência – ACSA**, v.12, p.153-161, 2016.

Perrone, J. C.; Iachan, A.; Domont, G. B.; Disitzer, L. V.; Castro, V. R. O.; Roitman, R.; Gomes, S. M.; Contribuição ao Estudo da Torta de Mamona, Departamento de Imprensa Nacional, 1966.

Salles, J. S.; Oliveira, C. E. S.; Abaker, J. E. P.; Ferreira, T. S.; Zoz, T. O Bioestímulo afeta o crescimento inicial de amendoim semeado em maiores profundidades. *Revista Científica Rural*, v.21, n.2, p.156-171, 2019.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumbrellas, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Filho, J. C. A.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. p.353, 2018.

Santos, V. M.; Castro, H. G.; Cardoso, D. P.; Lima, S. O.; Leal, T. C. A. B.; Santos, G. R. Avaliação do crescimento e da produtividade da mamoneira BRS 149 Nordestina em dois níveis tecnológicos. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.2, p.58-65, 2011.

Simões, W. L.; Drumond, M. A.; Guimarães, M. J. M.; Oliveira, A. R.; Ferreira, P. P. B.; Souza, M. A. Desenvolvimento inicial e respostas fisiológicas do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Biociências**, v.12, p.188-195, 2014.

Soares, M. M.; Santos Junior, H. C.; Simoes, M. G.; Pazzin, D.; Silva, L. J. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, p.370-378, 2015.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed., p.888, 2017.

Tillmann, M. A. A.; Piana, Z.; Cavariani, C.; Minami, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agricola**, v.51, p.260-263, 1994.

Zuchi, J.; Panozzo, L. E.; Heberle, E.; Araujo, E. F. Curva de embebição e condutividade elétrica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.504-509, 2012.