

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

**GRAIN YIELD OF DWARF CASTOR HYBRIDS CULTIVATED
WITH DIFFERENT SOWING DENSITIES UNDER IRRIGATED AND
RAINFED CONDITIONS**

CAMILLA PAULINO DE OLIVEIRA

CASSILÂNDIA – MS
FEVEREIRO/2021

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

**GRAIN YIELD OF DWARF CASTOR HYBRIDS CULTIVATED
WITH DIFFERENT SOWING DENSITIES UNDER IRRIGATED AND
RAINFED CONDITIONS**

CAMILLA PAULINO DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Travis Wilson Witt

Co-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

FEVEREIRO/2021

O46g Oliveira, Camilla Paulino de

Grain yield of dwarf castor hybrids cultivated with different sowing densities under irrigated and rainfed conditions/ Camilla Paulino de Oliveira. – Cassilândia, MS: UEMS, 2021.

34 p.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Travis Wilson Witt

1. *Ricinus communis* L. 2. Deficiência hídrica 3. Densidade de semeadura I. Witt, Travis Wilson II. Título

CDD 23. ed. - 664.7



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: GRAIN YIELD OF DWARF CASTOR HYBRIDS CULTIVATED WITH DIFFERENT SOWING DENSITIES UNDER IRRIGATED AND RAINFED CONDITIONS

AUTOR(A): CAMILLA PAULINO DE OLIVEIRA

ORIENTADOR(A): TRAVIS WILSON WITT

COORIENTADOR(A): TIAGO ZOZ

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

Prof. Dr. Tiago Zoz
Coorientador(a)

Prof. Dr. Cássio de Castro Seron
Participação via webconferência

Prof. Dr. Laerte Gustavo Pivetta
Participação via webconferência (IFMT)

Data da realização: 27 de fevereiro de 2021.

“O destino não é uma questão de oportunidade. É uma questão de escolha. Não é algo para se ficar esperando, é algo a ser conquistado.”

Willian Jennings Bryan

Aos meus pais, Célia e João Carlos

A minha irmã, Beatriz

AGRADECIMENTOS

Agradeço meus pais, João Carlos e Célia por todo apoio e torcida durante essa jornada.

Agradeço ao Prof. Dr. Travis Witt pela orientação e sugestões propostas ao trabalho.

Ao Dr. Tiago Zoz pela co-orientação, por todo conhecimento repassado, pela confiança, amizade e auxílio durante praticamente toda minha vida acadêmica. Só gratidão por tudo!!

Ao Dr. Cássio Seron e Dr. Eduardo Vendruscolo pela participação na banca de qualificação e por todas as sugestões que com certeza fizeram esse trabalho ser melhor.

Ao Dr. Laerte Pivetta por ter aceito o convite pra fazer parte da banca de defesa.

A toda a equipe de professores da UEMS/UUC.

Agradeço aos meus colegas da UEMS/UUC por possibilitarem a conclusão deste trabalho, em especial ao Carlos Eduardo, Mariana, Kelly, Izadora, Henry e Rafael. Não teria conseguido sem nenhum de vocês!

Agradeço imensamente aos meus amigos da vida, Franciele, Cléo e Eduardo por todo apoio emocional e incentivo!

Ao Programa Institucional de Bolsas aos Alunos de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (PIBAP/UEMS) pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa durante a realização do mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 Localização e caracterização experimental	12
2.2 Delineamento experimental e híbridos	13
2.3 Implantação e condução do experimento	14
2.4 Avaliações.....	14
2.5 Análise estatística.....	14
3. RESULTADOS	14
3.1 Experimento em condições de sequeiro	14
3.2 Experimento irrigado.....	19
4. DISCUSSÃO	24
4.1 Experimento em condições de sequeiro	24
4.2 Experimento irrigado.....	26
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de caracterização do pivô central.....	12
Tabela 2. Resultado da análise química do solo das áreas antes da implantação dos experimentos.....	13
Tabela 3. Resumo da análise de variância pra produtividade de grãos (Prod.), peso de 100 grãos (100-P), número de racemos por planta (NRP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos no racemo primario (NG1°), número de grãos no racemo secundario (NG2°), altura de planta (AP), e altura de inserção do raceme primário (AIR) de três híbridos de mamona cultivados sob duas densidade de plantio em área de sequeiro.	15
Tabela 4. Resumo da análise de variância pra produtividade de grãos (Prod.), peso de 100 grãos (100-P), número de racemos por planta (NRP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos no racemo primario (NG1°), número de grãos no racemo secundario (NG2°), altura de planta (AP), e altura de inserção do raceme primário (AIR) de três híbridos de mamona cultivados sob duas densidade de plantio em área irrigada.	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação e temperatura média durante o período de 27/03/2019 a 24/08/2019 em Cassilândia - MS.	13
Figura 2. Produtividade de grãos e massa de 100 grãos de mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em regime de sequeiro.	16
Figura 3. Número de racemos e número de grãos por planta de mamona cultivada em duas densidades de semeadura em regime de sequeiro.	17
Figura 4. Número de grãos no racemo primário e no racemo secundário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em condições de sequeiro.	18
Figura 5. Altura da planta e altura de inserção do racemo primário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em regime de sequeiro.	19
Figura 6. Produtividade de grãos e massa de 100 grãos de mamona cultivada em duas densidades de semeadura em regime de irrigação.	21
Figura 7. Número de racemos e número de grãos por planta de mamona cultivada em duas densidades de semeadura em regime de irrigação.	22
Figura 8. Número de grãos no racemo primário e racemo secundário do racemo primário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em condições irrigadas.	23
Figura 9. Altura da planta e altura de inserção do racemo primário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em regime de irrigação.	24

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE MAMONA ANÃ CULTIVADOS SOB DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA EM SISTEMA IRRIGADO E SEQUEIRO

RESUMO: A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma cultura que vem gerando interesse por conta da sua ampla gama de aplicações industriais devido ao alto teor óleo em seus grãos (cerca de 50%), o qual pode ser utilizado como matéria prima pra produtos de alto valor agregado. É uma cultura considerada relativamente tolerante ao deficit hídrico, porém para a obtenção do melhor desempenho econômico é necessário a precipitação mínima de 500 mm durante seu ciclo. Outra prática de baixo custo e que gera grande impacto na produtividade é a densidade de sementeira a ser utilizada, uma vez que esta é diretamente ligada à competição por água, luz e nutrientes. Sendo assim se objetivou com esse trabalho avaliar o desempenho de três híbridos de mamona em duas densidades de sementeira em sistema irrigado e de sequeiro. Os híbridos utilizados foram HT 3, HT 5 e Ag IMA, os quais foram semeados nas densidades de 3,5 plantas m⁻¹ e 5,0 plantas m⁻¹. Foram implantados dois experimentos, sendo um em sistema irrigado por pivô central e outro no sistema de sequeiro. A partir dos dados de altura de planta, altura do racemo primário, número de racemos, número de grãos, peso de 100 grãos e produtividade foram estimadas as melhores condições de cultivo para cada híbrido na região de Cassilândia – MS. Para o sistema em sequeiro o híbrido Ag IMA se destacou entre os demais, demonstrando maior produtividade quando semeado na densidade de 3,5 plantas m⁻¹, enquanto que na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ a produtividade foi equivalente entre os três híbridos utilizados. No sistema irrigado a melhor densidade foi a de 5,0 plantas m⁻¹, onde foi observado a maior produtividade para o híbrido HT 3 e maior produção de racemos nos híbridos HT 3 e Ag IMA.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., deficiência hídrica, densidade de sementeira.

GRAIN YIELD OF DWARF CASTOR HYBRIDS CULTIVATED WITH DIFFERENT SOWING DENSITIES UNDER IRRIGATED AND RAINFED CONDITIONS

ABSTRACT: Castor bean (*Ricinus communis* L.) is a crop that has been generating interest due to its wide range of industrial applications due to the high oil content in its grains (about 50%), which can be used as a raw material for high value-added products. It is a culture considered relatively tolerant to water deficit, however, to obtain the best economic performance, a minimum exclusion of 500 mm during its cycle is necessary. Another low-cost practice that has a major impact on productivity is the sowing density in use, since it is directly linked to competition for water, light and nutrients. Thus, the objective of this work was to evaluate the performance of three castor hybrids in two sowing densities in irrigated and rainfed systems. The hybrids used were HT 3, HT 5 and Ag IMA, which were sown in the densities of 3.5 plants m⁻¹ and 5.0 plants m⁻¹. Two experiments were implemented, one in the system irrigated by a central pivot and the other in the rainfed system. From the plant height data, the height of the primary raceme, number of racemes, number of grains, weight of 100 grains and productivity were estimated as the best cultivation conditions for each hybrid in the region of Cassilândia - MS. For the rainfed system, the Ag IMA hybrid stood out among the others, showing greater productivity when sown at the density of 3.5 plants m⁻¹, while at the density of 5.0 plants m⁻¹, the productivity was equivalent among the three hybrids used. In the irrigated system the best density was to the 5.0 plants m⁻¹, where was observed the highest productivity for the HT 3 hybrid and higher production of racemes in the HT 3 and Ag IMA hybrids.

Keywords: *Ricinus communis* L., water deficiency, seeding density.

1. INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae, a qual engloba um vasto número de plantas nativas da região tropical (BARROS JÚNIOR et al., 2008). É uma cultura que vem despertando interesse por conta de sua ampla gama de aplicações industriais, uma vez que o alto teor de óleo (em torno de 50%) encontrado em seus grãos pode ser utilizado como matéria prima para produção de diversos produtos com alto valor agregado, como cosméticos, medicamentos, plásticos, lubrificantes e revestimentos (GONZÁLES et al., 2016; HAJAR e VAHABZADEH, 2016; SANTAN et al., 2018; BECHI et al., 2013; HORMAIZTEGUI., 2018; LOUNG et al., 2016).

A mamona é uma cultura considerada relativamente tolerante a seca, essa característica faz com que seja possível seu cultivo em praticamente todo território brasileiro, principalmente nas regiões semiáridas, onde ela se torna uma importante opção para geração de renda (CUNHA et al., 2017). No entanto, a mamona tende a apresentar redução na produção econômica em locais onde a precipitação é inferior a 500 mm, onde períodos de veranico podem prejudicar a produção e desenvolvimento dos frutos. (BARROS JÚNIOR et al., 2008; RIOS et al., 2014).

Grande parte da sua produção se dá em pequenas propriedades, onde a maioria das cultivares utilizadas apresentam ciclo vegetativo longo e maturação desigual sendo necessário que a colheita seja feita de forma manual (SORATTO et al., 2012). Contudo, devido aos avanços tecnológicos e ao desenvolvimento de híbridos que apresentam menor porte, alto potencial produtivo, diferentes ciclos de produção, resistência a pragas e doenças e que permitem a realização da colheita mecanizada, a mamona vem despertando o interesse de grandes produtores nas demais regiões do país, com destaque para o Centro-Oeste, onde esta pode ser empregada no sistema de rotação de culturas, ou implantada na segunda safra, onde outras culturas são mais prejudicadas pela falta de água característica desse período (FREIRE et al., 2007; PIVETTA, 2014; SOUZA-SCHLICK et al., 2012).

Um fator de grande importância no cultivo da mamona é a densidade de semeadura, a qual é uma prática simples e de baixo custo, porém um dos fatores de maior influência na produtividade final devido sua associação direta com a competição por água, luz e nutrientes (ALVES et al., 2015; SORATTO et al., 2012). Enquanto a utilização de um número menor de plantas favorece o aparecimento de daninhas nas entrelinhas, o desenvolvimento de ramos mais longos, além de atrasar o florescimento, um número muito alto de plantas faz com que estas apresentem crescimento excessivo e caule mais

fino, ficando sujeitas ao tombamento e dificultando a colheita mecanizada, (CARVALHO et al., 2010; FIOREZE et al., 2016).

Portanto, devido ao desenvolvimento de novos híbridos, são necessários estudos mais aprofundados a respeito de como a densidade de semeadura, associada ao regime hídrico afetam a produtividade destes híbridos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos de híbridos de mamona de porte baixo cultivados sob diferentes densidades de semeadura com e sem irrigação suplementar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização experimental

Foram implantados e conduzidos a campo dois experimentos, sendo um em condições de sequeiro e outro com irrigação por aspersão com sistema de pivô central. Os dados referentes a caracterização do pivô central é demonstrado na tabela 1.

Tabela 1. Dados de caracterização do pivô central.

Raio (m)	296,7
Área (ha)	27,66
Perímetro (m)	1864
Tempo de percurso (h)	9,66
Velocidade (m/h)	193
Lâmina a 100% (mm)	3,02

O experimento em sequeiro foi implantado na fazenda experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Unidade Universitária de Cassilândia, localizada a nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas 19°05'25.71"S, 51°48'51.98"W e altitude de 510 m. O experimento irrigado foi implantado em uma propriedade particular vizinha da estação experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Unidade Universitária de Cassilândia, sob as coordenadas 19°05'00" S, 51°48'12" W e altitude de 518 m. Ambos foram conduzidos entre março a agosto de 2019.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco (precipitação no inverno menor que 60 mm), com precipitação e temperatura média anual de 1.520 mm e 24,1 °C, respectivamente. A precipitação e temperatura média durante o período do experimento são representados na Figura 1.

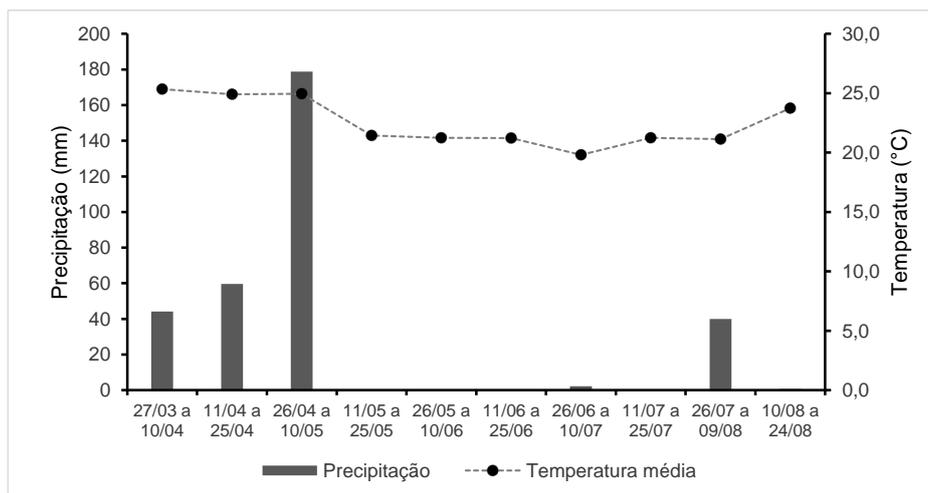


Figura 1. Precipitação e temperatura média durante o período de 27/03/2019 a 24/08/2019 em Cassilândia - MS.

O solo nas áreas onde os experimentos foram conduzidos é classificado como Neossolo Quartzarênico (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia) (Arenic Entisol). Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm para realização das análises químicas e granulométricas (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise química do solo das áreas antes da implantação dos experimentos

Área	pH	P _{resina} mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	CTC	V
				----- cmol _c dm ⁻³ -----							%
Sequeiro	5,9	14,0	19,0	0,53	3,51	1,12	0,00	2,6	5,16	7,76	66,5
Irigado	5,6	12,0	21,0	0,41	3,32	1,03	0,00	2,5	4,76	7,26	65,6
		m	B	Cu		Fe		Mn		Zn	
		%		----- mg dm ⁻³ -----							
Sequeiro		0,00	0,32	0,10		79		3,8		0,4	
Irigado		0,00	0,23	0,12		69		2,3		0,6	

2.2 Delineamento experimental e híbridos

Para ambos os experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, dispostos em esquema fatorial 3 x 2, sendo constituídos por três híbridos de mamona não registrados comercialmente (Ag-IMA, HT-3 e HT-5) e duas densidades de semeadura (3,5 e 5,0 sementes m⁻¹). Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas com 4 metros de comprimento e espaçadas entre si em 0,9 m.

2.3 Implantação e condução do experimento

Ambos os experimentos foram implantados no dia 21 de março de 2019, em área de preparo convencional do solo. A semeadura e adubação foram realizadas de forma manual. A profundidade de semeadura foi em torno de três centímetros. Para adubação de semeadura foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de fósforo, 60 kg ha⁻¹ de potássio e 24 kg ha⁻¹ de nitrogênio (fertilizante formulado 08-20-20). O controle de plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi realizado com capina manual. Durante a condução de ambos os experimentos, não foi necessário realizar controle de insetos e doenças.

2.4 Avaliações

Ao final do ciclo da cultura, dentro da área útil da parcela, foram selecionadas 10 plantas ao acaso, onde foram avaliadas as seguintes características:

Altura de planta (cm), sendo medida a distância entre a superfície do solo e o ápice do racemo primário; altura de inserção do primeiro racemo (cm), sendo medida a distância da superfície do solo até a inserção do racemo primário; número de racemos por planta e número de frutos por planta, obtido através de contagem; peso de 100 grãos (g), obtido a partir da pesagem de oito amostras de 100 grãos de cada parcela; e produtividade de grãos (kg ha⁻¹), a qual foi obtida através da colheita de todas as plantas da área útil da parcela, seguida de pesagem e correção para 13% de umidade e extrapolada para kg ha⁻¹.

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância individual para cada experimento, e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. As medias das densidade de semeadura foram comparadas pelo teste F a nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1 Experimento em condições de sequeiro

Houve influência da interação entre híbridos e densidades de semeadura apenas para o número de racemos, número de grãos por planta e número de grãos no racemo secundário. Houve influência dos híbridos sobre a produtividade, número de racemos por planta, número de grãos por planta e número de grãos no racemo secundário. Quanto a

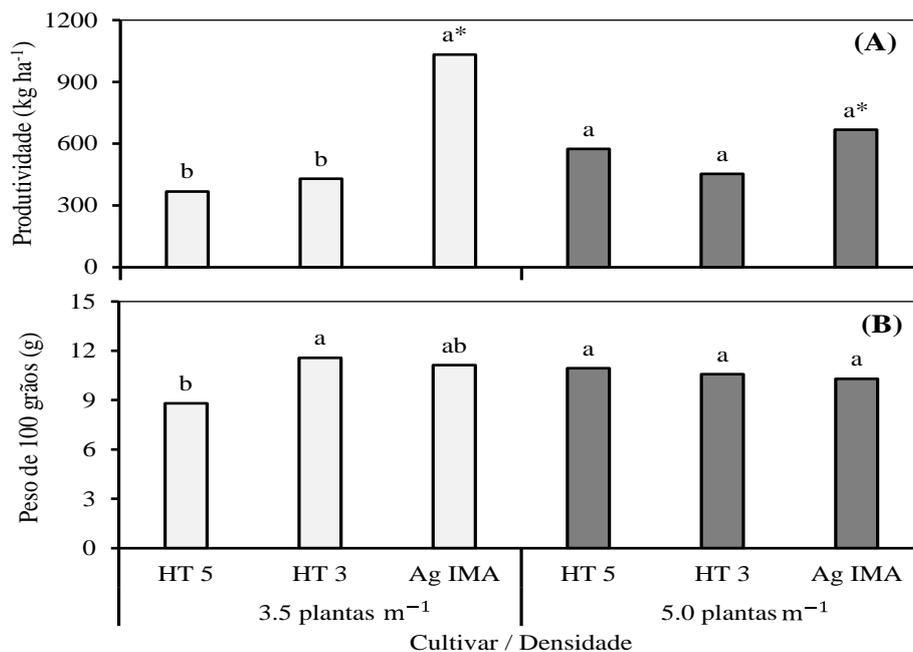
densidade de semeadura, houve influência no número de racemos por planta, número de grãos por planta e número de grãos no racemo secundário (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância pra produtividade de grãos (Prod.), peso de 100 grãos (100-P), número de racemos por planta (NRP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos no racemo primario (NG1°), número de grãos no racemo secundario (NG2°), altura de planta (AP), e altura de inserção do raceme primário (AIR) de três híbridos de mamona cultivados sob duas densidade de plantio em área de sequeiro.

F.V.	Quadrado médio				
	G.L.	Prod.	100-P	NRP	NGP
Bloco	2	9225	0.7998	0.0155	65
Híbrido (H)	2	311585**	2.2585 ^{ns}	1.2288**	7333**
Densidade (D)	1	9157 ^{ns}	0.0460 ^{ns}	2.5688**	5345*
H x D	2	127824 ^{ns}	4.6710 ^{ns}	1.0822**	2727*
Erro	10	34308	1.4599	0.1302	647
C.V. (%)		31.53	11.45	21.94	29.86
F.V.	G.L.	NG1°	NG2°	AP	AIR
Bloco	2	182	80	31	24
Híbrido (H)	2	1313 ^{ns}	3674**	242 ^{ns}	144 ^{ns}
Densidade (D)	1	192 ^{ns}	7564**	51 ^{ns}	44 ^{ns}
H x D	2	25 ^{ns}	2529**	33 ^{ns}	29 ^{ns}
Erro	10	335	266	74	35
C.V. (%)		32.36	57.08	14.81	16.78

G.L.: Graus de liberdade, C.V. : Coeficiente de variação; ** e * Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Na densidade de 3,5 plantas m⁻¹ foi constatada produtividade de grãos superior do híbrido Ag-IMA em relação os híbridos HT-5 e HT-3. Não houve diferença estatística na produtividade dos híbridos quando empregada a densidade de semeadura de 5,0 plantas m⁻¹. Verificou-se que o híbrido Ag-IMA teve produtividade de grãos em torno de 54,7% superior quando cultivado com a densidade de plantas de 3,5 plantas m⁻¹ em relação a densidade de 5.0 plantas m⁻¹. Não houve influência da densidade de plantas sobre a produtividade de grãos dos híbridos HT-5 e HT-3 (Figura 2A).

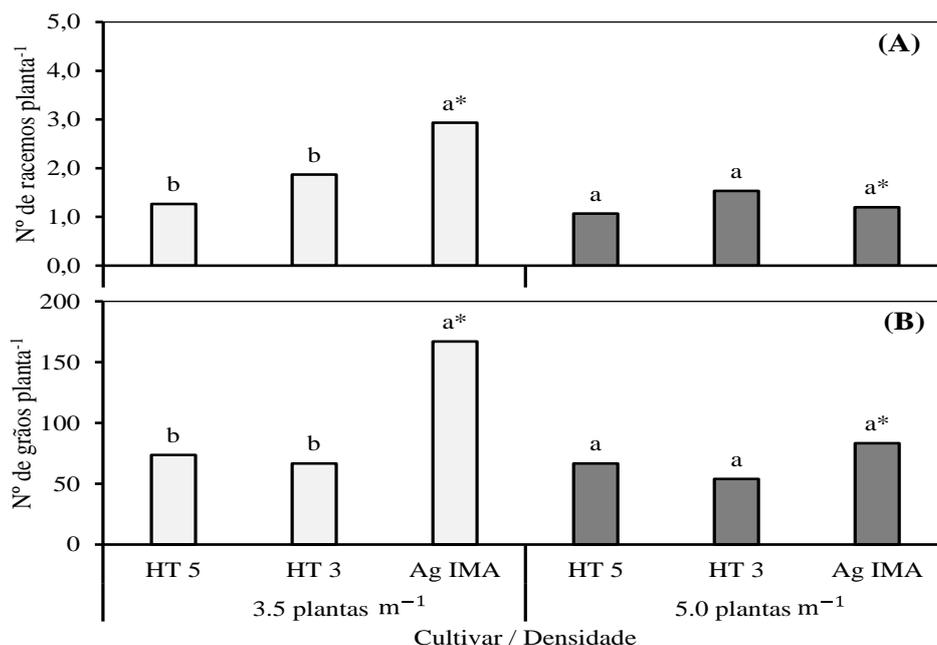


Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 2. Produtividade de grãos e massa de 100 grãos de mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em regime de sequeiro.

Quanto ao peso de 100 grãos na densidade de 3,5 plantas m⁻¹, foi constatado que o híbrido HT-3 obteve peso de grãos 31% maior que o híbrido HT-5. Não houve diferença estatística entre os híbridos HT-3 e Ag-IMA. Não foi observada diferença estatística entre os híbridos quanto ao peso de 100 grãos quando empregada a densidade de 5,0 plantas m⁻¹ (Figura 2B).

Na densidade de 3,5 plantas m⁻¹ foi constatado o maior número de racemos por planta do híbrido Ag-IMA, o qual produziu em média três racemos por planta, em comparação aos híbridos HT-3 e HT-5, os quais produziram em média 2 e 1,3 racemos por planta, respectivamente. Não foi observada diferença estatística entre os híbridos quanto ao número de racemos por planta na densidade de 5,0 plantas m⁻¹. Quando avaliado o comportamento de cada híbrido individualmente nas diferentes densidades, foi observado a influência desta apenas no híbrido Ag-IMA, o qual produziu cerca de 2 racemos a mais quando semeado na densidade de 3,5 plantas m⁻¹ (figura 3A).



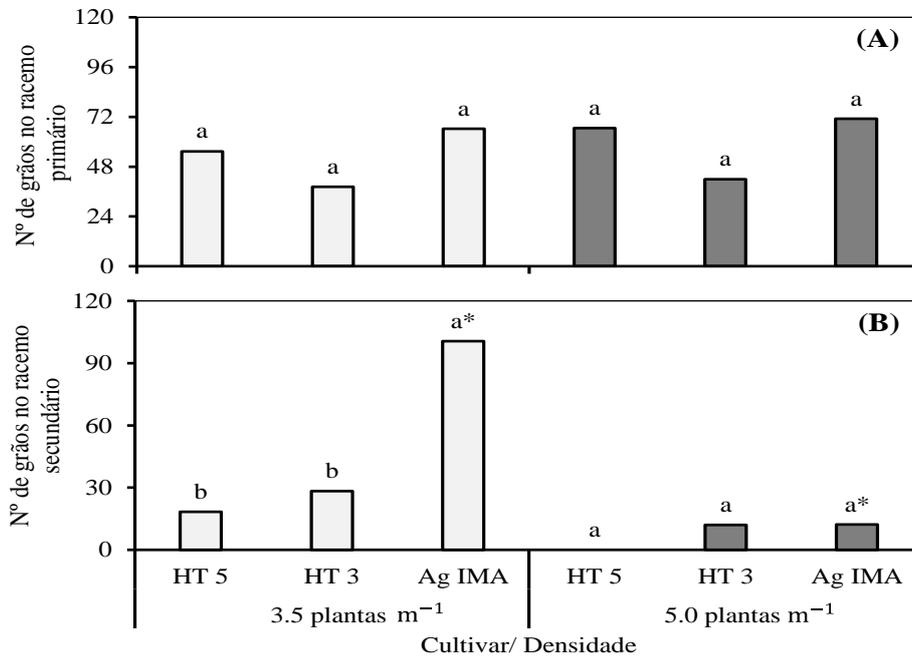
Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 3. Número de racemos e número de grãos por planta de mamona cultivada em duas densidades de semeadura em regime de sequeiro.

Por estar relacionado ao número de racemos, foi observado resultados semelhantes quanto ao número de grãos por planta, onde na densidade de 3,5 plantas m⁻¹, foi constatado o maior número de grãos por planta do híbrido Ag-IMA em comparação com o HT-3 e HT-5. Não houve diferença estatística entre os híbridos na densidade de 5,0 plantas m⁻¹. Foi constatado que quando semeado na densidade de 3,5 plantas m⁻¹, o híbrido Ag-IMA produz maior número de grãos em comparação com a densidade de 5,0 plantas m⁻¹. Os híbridos HT-3 e HT-5 não sofreram influência da densidade no número de grãos por planta (Figura 3B).

Não foi observada diferença estatística entre os híbridos quanto ao número de grãos no primeiro racemo, independentemente da densidade empregada (Figura 4A). Quanto ao número de grãos no segundo racemo, quando empregada a densidade de 3,5 plantas m⁻¹ foi constatado o maior número de grãos no híbrido Ag-IMA, o qual produziu em média 82 e 72 de grãos a mais que os híbridos HT-5 e HT-3 respectivamente. Entretanto não houve diferença estatística entre os híbridos quando a densidade utilizada foi a de 5,0 plantas m⁻¹.

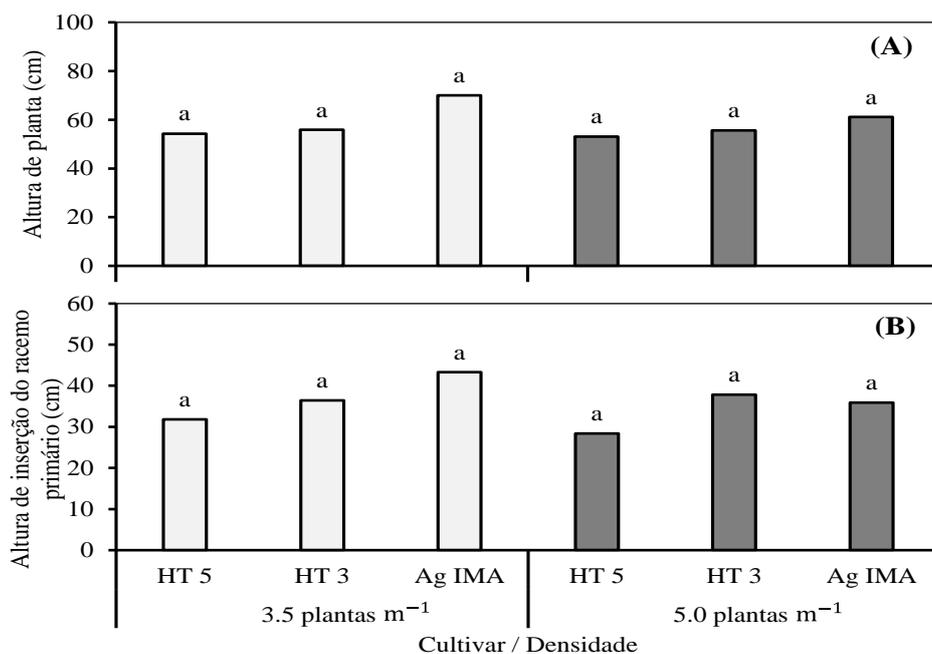
Foi observada influência da densidade de semeadura apenas sobre o híbrido Ag-IMA que produziu maior número de grãos no racemo secundário quando semeado na menor densidade (figura 4B).



Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 4. Número de grãos no racemo primário e no racemo secundário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em condições de sequeiro.

Não foi observada variação estatística na altura de planta independentemente do híbrido ou da densidade empregada (Figura 5A). O mesmo foi observado quanto à altura de inserção do racemo primário, o qual foi semelhante entre os três híbridos de mamona e as duas densidades de semeadura utilizadas (Figura 5B).



Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 5. Altura da planta e altura de inserção do racemo primário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em regime de sequeiro.

3.2 Experimento irrigado

Não houve influência da interação entre densidade de semeadura e híbrido para nenhuma das variedades analisadas. Houve influência dos híbridos para as variáveis de peso de 100 grãos, número de grãos no racemo primário, altura de planta e altura de inserção do primeiro racemo. Quanto a densidade, houve influência na produtividade, número de racemos por planta, número de grãos por planta, número de grãos no racemo secundário e altura de planta (Tabela 4).

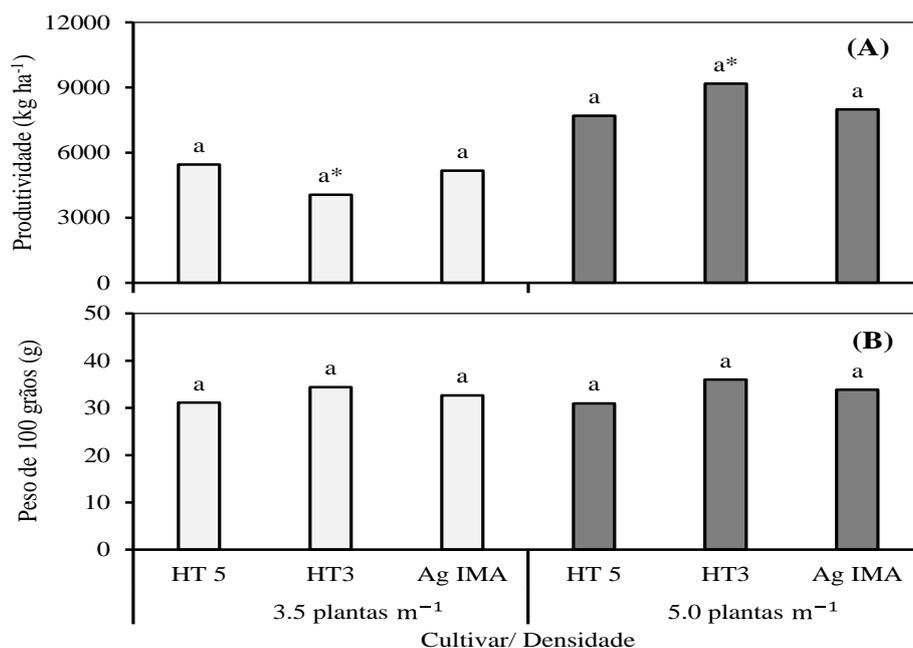
Tabela 4. Resumo da análise de variância pra produtividade de grãos (Prod.), peso de 100 grãos (100-P), número de racemos por planta (NRP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos no racemo primario (NG1°), número de grãos no racemo secundario (NG2°), altura de planta (AP), e altura de inserção do raceme primário (AIR) de três híbridos de mamona cultivados sob duas densidade de plantio em área irrigada.

F.V.	Quadrado médio				
	G.L.	Prod.	100-P	NRP	NGP
Bloco	2	4537517	2.2179	0.9155	8266
Híbrido (H)	2	3311 ^{ns}	26.0559*	0.2488 ^{ns}	3655 ^{ns}
Densidade (D)	1	51795842**	3.5822 ^{ns}	3.2088**	6821 ^{ns}
H x D	2	3467280 ^{ns}	1.2957 ^{ns}	0.3822 ^{ns}	5371 ^{ns}
Erro	10	2586129	5.4493	0.3128	2253
C.V. (%)		24.40	7.04	15.44	16.35
F.V.	G.L.	NG1°	NG2°	AP	AIR
Bloco	2	324	6333	587	317
Híbrido (H)	2	3495*	1781 ^{ns}	714*	795*
Densidade (D)	1	472 ^{ns}	10883*	2173**	364 ^{ns}
H x D	2	79 ^{ns}	5653 ^{ns}	172 ^{ns}	261 ^{ns}
Erro	10	535	2067	117	143
C.V. (%)		19.66	26.32	7.75	19.95

G.L.: Graus de liberdade, C.V. : Coeficiente de variação; ** e * Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. ns Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

No sistema irrigado, quando utilizada a densidade de 3,5 plantas m⁻¹ não foi observada diferença estatística entre os híbridos quanto a produtividade. O mesmo foi observado quando avaliada a produtividade na densidade de 5,0 plantas m⁻¹. Entretanto, quando avaliado o comportamento de cada híbrido nas diferentes densidades, foi constatada uma produtividade 77% maior do híbrido HT-3 quando semeado na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ em relação a densidade de 3,5 plantas m⁻¹. Não houve influência da densidade na produtividade nos demais híbridos (Figura 6A).

Não houve diferença estatística quanto ao peso de 100 grãos, independentemente da densidade de semeadura empregada (Figura 6B).

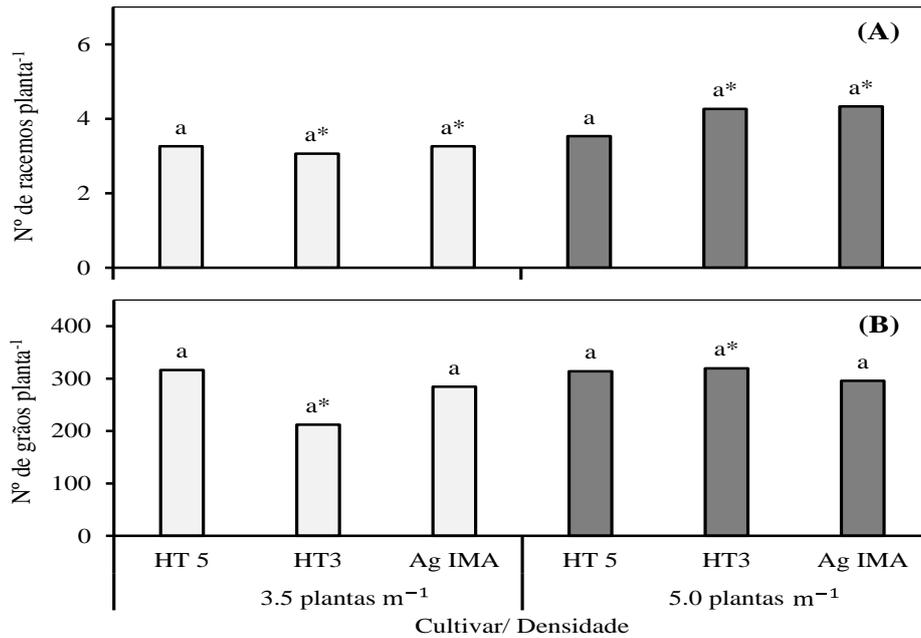


Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 6. Produtividade de grãos e massa de 100 grãos de mamona cultivada em duas densidades de semeadura em regime de irrigação.

O número de racemos foi similar entre os três híbridos em ambas as densidades avaliadas. Quando avaliado o efeito da densidade de semeadura dentro de cada híbrido, os híbridos HT-3 e Ag-IMA produziram maior número de racemos quando implantados na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ (Figura 7A).

Quanto ao número de grãos, não houve diferença estatística entre os híbridos quando utilizada a densidade de semeadura de 3,5 plantas m⁻¹. O mesmo foi observado quando empregada a densidade de 5,0 plantas m⁻¹. Houve influência da densidade sobre o número de grãos apenas para o híbrido HT-3, onde foi observado um aumento no número de grãos por planta de cerca de 51% quando implantado na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ (Figura 7B).

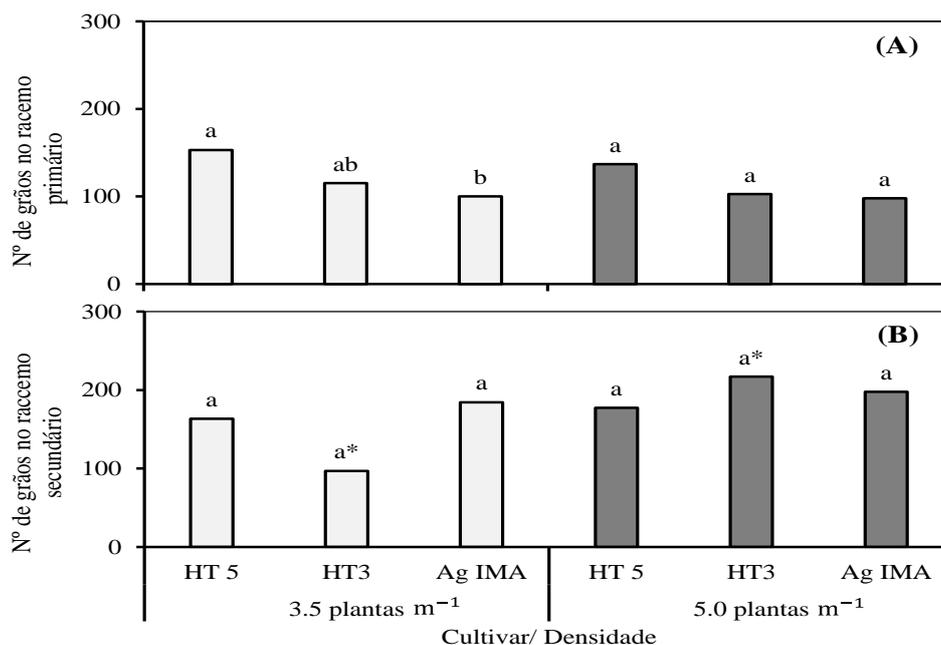


Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 7. Número de racemos e número de grãos por planta de mamona cultivada em duas densidades de semeadura em regime de irrigação.

Foi constatado o maior número de grãos no racemo primário no híbrido HT-5 quando empregada a densidade de 3,5 plantas m⁻¹ em relação aos híbridos Ag-IMA e HT-3. Quando semeados na densidade de 5,0 plantas m⁻¹, não foi observada diferença estatística entre os híbridos utilizados. Não houve influência da densidade de semeadura no número de grãos do primeiro racemo (Figura 8A).

Quanto ao número de grãos no racemo secundário, não houve diferença estatística entre os híbridos nas duas densidades de semeadura utilizadas (Figura 8B). Entretanto quando analisada a influência da densidade de semeadura em cada híbrido separadamente, apenas o híbrido HT-3 apresentou diferença estatística, produzindo maior quantidade de grãos no racemo secundário quando semeado na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ em relação a densidade de 3,5 plantas m⁻¹.

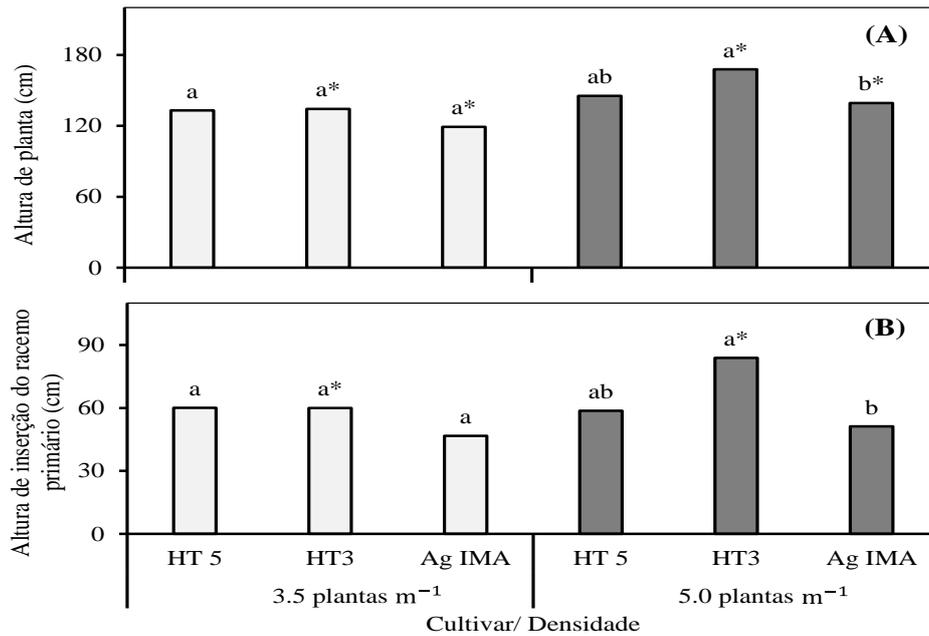


Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 8. Número de grãos no racemo primário e racemo secundário do racemo primário da mamona cultivada sob duas densidades de sementeira em condições irrigadas.

Não houve diferença estatística entre a altura dos híbridos quando estes foram semeados na densidade de 3,5 plantas m⁻¹. Na densidade de 5,0 plantas m⁻¹, foi constatado maior média de altura no híbrido HT-3, se diferenciando estatisticamente do Ag-IMA, porém não do HT-5. Foi constatada a influência da densidade de sementeira nos híbridos HT-3 e Ag-IMA, onde foi observado maior altura quando semeados na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ (Figura 9A).

Quanto a altura de inserção do racemo primário, não houve diferença estatística entre os híbridos quando semeados na densidade de 3,5 plantas m⁻¹. No entanto, na densidade de 5,0 plantas m⁻¹, foi observada a maior altura de inserção no híbrido HT-3. Quando avaliado o efeito da densidade de sementeira sobre a altura de inserção do racemo primário nos híbridos, foi constatado que essa influenciou apenas o híbrido HT-3, cujo valor foi maior quando semeado na densidade de 5,0 plantas m⁻¹ (Figura 9B).



Barras com letras diferentes dentro de cada densidade de plantas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. * indica diferença entre as densidades de plantas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 9. Altura da planta e altura de inserção do racemo primário da mamona cultivada sob duas densidades de semeadura em regime de irrigação.

4. DISCUSSÃO

4.1 Experimento em condições de sequeiro

De acordo com Fritsche-Neto & Môro (2015), algumas das características dos híbridos simples é sua responsividade ao ambiente e alto potencial produtivo quando colocado em ambientes favoráveis à sua produção. Levando isso em consideração, a maior produtividade do Ag-IMA quando semeado na menor densidade populacional provavelmente se deu ao fato de que o ambiente proporcionou melhores condições para seu desenvolvimento, uma vez que com a redução na população de plantas houve também a redução na competição por água, luz e nutrientes (Figura 2A).

Entretanto, quando observados os híbridos HT-3 e HT-5 não se nota o mesmo comportamento. Uma possível explicação é que os híbridos triplos são menos sensíveis ao ambiente, sendo assim estes mantiveram a produtividade independente do aumento da competição causada pela maior densidade populacional. Quanto ao peso de 100 grãos, a igualdade estatística pode ser explicada pelo menor número de frutos e consequentemente pela compensação na partição dos fotoassimilados entre os drenos fisiológicos (grãos) (Figura 2B).

Quando observado o número de ramos por planta, pode se notar a maior produção do híbrido Ag-IMA na densidade de 3,5 plantas m^{-1} em comparação com os demais híbridos utilizados, sendo que o Ag-IMA produziu em média três ramos por planta, enquanto o HT-3 produziu dois e o HT-5 cerca de um ramo e meio por planta. Tais resultados estão ainda relacionados com a maior responsividade do híbrido Ag-IMA ao ambiente de cultivo. Quando a densidade de cultivo foi de 5,0 plantas m^{-1} os híbridos não apresentaram diferença no número de ramos produzidos, sendo que todos produziram entre um ramo e um ramo e meio por planta.

De acordo com Barros Júnior et al. (2008), para o desenvolvimento ideal da mamoneira é necessário o regime hídrico de no mínimo 500 mm durante seu ciclo, valor muito superior às condições encontradas neste trabalho, onde a precipitação durante o experimento ficou em média de 320 mm (Figura 1), sendo assim, é aceito que a mamona sofreu estresse hídrico durante seu ciclo e que foi agravado quando a população de plantas por área foi maior por conta da intensa competição por recursos já limitados, resultando na produção reduzida de ramos e conseqüentemente no número de grãos por planta. Segundo Severino (2012), essa regulação no número de ramos por planta é um mecanismo muito utilizado pela mamoneira para se ajustar as condições de ambiente.

Quanto ao número de grãos no ramo primário, não foi constatada diferença estatística entre os híbridos independente da densidade de cultivo. Entretanto quando observado o número de grãos no ramo secundário, dentro da densidade de 3,5 plantas m^{-1} , o híbrido Ag-IMA apresentou produção superior de grãos quando comparado aos híbridos HT-3 e HT-5. O híbrido Ag-IMA também foi influenciado pela densidade de cultivo, o qual apresentou o maior número de grãos no ramo secundário quando cultivado na densidade de 3,5 plantas m^{-1} .

O baixo número de grãos no ramo secundário na densidade de 5,0 pls m^{-1} pode ser explicado justamente pelo número reduzido de plantas que de fato produziram um segundo ramo. De acordo com a literatura, a deficiência hídrica acarreta diversas mudanças na fisiologia na planta, além da diminuição na taxa de fotossíntese líquida pela diminuição da área foliar e como conseqüência a redução na produção de carboidrato (NUNES et al., 2013). Pode-se dizer então que, no caso deste experimento, as reservas energéticas da planta foram utilizadas para o enchimento de grãos do ramo já produzido (primário), ao invés da produção de um maior número de ramos.

De acordo com Freitas et al. (2010) e Rios et al. (2014), para o desenvolvimento satisfatório da mamoneira, é necessário suprimento hídrico diferente em cada fase

fenológica da cultura, e na ausência dessa diferenciação pode haver prejuízos no desenvolvimento de frutos e conseqüentemente na produção.

A altura de planta e de inserção do primeiro racemo não sofreram influência da densidade de semeadura, provavelmente devido à deficiência hídrica, que afetou não só os componentes de produção, mas também o crescimento na planta como um todo.

4.2 Experimento irrigado

Não foram verificadas diferenças de produtividade de grãos para os híbridos Ag-IMA e HT-5 nas diferentes densidades de semeadura. Para o híbrido HT-3 observou-se que o mesmo obteve maior produtividade quando cultivado com 5 plantas m^{-1} em relação à 3,5 plantas m^{-1} . Isso pode ser associado a maior produção de racemos por esse híbrido quando cultivado na maior densidade de semeadura (Figura 7A).

Quanto a maior produção de racemos dos híbridos HT-3 e Ag-IMA na densidade de 5,0 plantas m^{-1} , uma possível explicação é que dependendo do genótipo, a mamoneira em condições favoráveis de espaço, luminosidade e regime hídrico tende a produzir ramos e folhas. O crescimento vegetativo da mamona é diretamente ligado a quantidade de água fornecida durante seu ciclo, sendo que o aumento da disponibilidade hídrica faz com que a mamoneira apresente maior crescimento lateral (SEVERINO et al., 2006). Quando semeadas na maior densidade, o menor espaço para a emissão dos ramos laterais e folhas fez com que a planta mobilizasse sua energia para a produção de racemos.

Comportamento semelhante foi observado por Navarro Júnior & Costa (2002) na cultura da soja, onde estes afirmam que o número e comprimento dos ramos laterais geram uma maior demanda de fotoassimilados os quais poderiam ser utilizados na reprodução de estruturas reprodutivas.

De acordo com Severino et al. (2017), a mamona tem capacidade de ajustar os componentes de rendimento conforme as condições do ambiente, sendo que, a mudança de densidade de semeadura é compensada por ajustes nos números de racemos e no número e peso de sementes. Tal fato é notado quando se observa o número de grãos por planta produzidos pelo híbrido Ag-IMA (Figura 7B), o qual, apesar de ter produzido um número maior de racemos na densidade de 5,0 plantas m^{-1} , manteve o número de grãos por planta estatisticamente igual em ambas as densidades de semeadura.

Dentro da densidade de 3,5 plantas m^{-1} , houve diferença estatística entre os híbridos quanto ao número de grãos no racemo primário, sendo que, o híbrido HT-5 apresentou a maior produção com média de 150 grãos, seguido por HT-3 com 115 grãos,

e por fim Ag-IMA produzindo em média 110 grãos no racemo primário. Entretanto quando empregada a densidade de 5,0 plantas m^{-1} os híbridos não diferenciaram estatisticamente entre si.

Quanto ao número de grãos no racemo secundário, os híbridos não diferiram entre si em ambas as densidades utilizadas. No entanto quando observado a influência da densidade em cada híbrido, é possível notar o maior número de grãos do híbrido HT-3 quando semeado na densidade de 5,0 plantas m^{-1} .

Dentro da densidade de semeadura de 3,5 plantas m^{-1} , houve a produção relativamente igual no número de grãos do racemo primário e secundário para o híbrido HT-5, enquanto o Ag-IMA obteve maior número de grãos no racemo primário e o híbrido HT-3 alcançou maiores valores de produção no racemo secundário, esses resultados são indicativos da variabilidade genética de cada híbrido utilizado, uma vez que se comportaram de forma distinta nas mesmas condições de ambiente de cultivo. No entanto quando observado a produção de grãos nos racemos primários e secundários dentro da densidade de 5,0 plantas m^{-1} pode-se notar o maior número de grãos no racemo secundário para os três híbridos utilizados, o que pode ser atribuído ao maior número de racemos, uma vez que foram considerados como secundários todos aqueles que foram emitidos após o racemo primário.

A maior altura de plantas dos híbridos HT-3 e Ag-IMA quando semeados na densidade de 5,0 plantas m^{-1} pode ser explicado pelo estiolamento do caule devido a maior competição por luminosidade, entretanto esse comportamento não é observado no híbrido HT-5, o qual apresentou alturas semelhantes em ambas densidades populacionais. Quanto a altura de plantas na densidade de 5,0 plantas m^{-1} , houve comportamento distintos entre os híbridos, sendo que o HT-3 apresentou a maior altura, seguido do HT-5 e por fim o Ag-IMA, cujo demonstrou a menor média dessa variável. Godim et al. (2006) avaliando dois cultivares de mamona (CSR-2 e CSR-142) notaram que densidade de semeadura influenciou apenas a cultivar CSR-2, indicando assim que a influência da densidade de cultivo na média de altura de plantas pode variar de acordo com o genótipo utilizado.

Quanto a altura da inserção do racemo primário, a densidade de semeadura influenciou apenas o híbrido HT-3, o qual apresentou maior média quando semeado na densidade de 5,0 plantas m^{-1} , o que pode ser explicado pela maior altura total de planta por conta da maior competição por luz e o consquente estiolamento do caule apresentado por esse genótipo. Em relação a altura de inserção do racemo primário dentro da densidade de 3,5 plantas m^{-1} não foi constatada diferença estatística entre os híbridos, o

que provavelmente se deve à semelhança na altura total dos híbridos dentro dessa densidade populacional. O mesmo pode ser observado na densidade de 5,0 plantas m^{-1} quando comparadas as alturas de inserção do primeiro racemo com a altura total de plantas nessa densidade, sendo que, a maior altura de inserção do racemo primário foi constatado no híbrido HT-3, seguido por HT-5 e por fim Ag-IMA.

É importante ressaltar que quando se trata de colheita mecanizada o maior número de racemos não é o ideal, uma vez que a desigualdade na maturação de racemos resulta em perdas de rendimento durante o processo de colheita (PIVETTA et al., 2017).

5. CONCLUSÕES

Em condições de sequeiro o híbrido Ag-IMA obteve maior produtividade quando semeado na densidade de 3,5 pls m^{-1} .

Os híbridos HT-3 e HT-5 não tem sua produtividade afetada pela densidade de semeadura em condições de sequeiro.

No cultivo irrigado, o híbrido HT-3 obteve a maior produtividade na densidade de 5,0 pls m^{-1} .

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. S.; TARTAGLIA, F. L.; FERREIRA, M. M.; BEUTLER, A. N.; SANTOS E. C. Análise de crescimento da mamoneira BRS energia em função da densidade populacional, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2015.

BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C. GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 350-355, 2008.

BECHI, D. M.; LUCA, M. A.; MARTINELLI, M.; MITIDIERI, S. Organic–inorganic coatings based on epoxidized castor oil with APTES/TIP and TEOS/TIP. **Progress In Organic Coatings**, [S.L.], v. 76, n. 4, p. 736-742, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.01.004>

CARVALHO E.V., SÁ CHAC, COSTA J.L., AFFÉRI F.S., SIEBENEICHLER S.C. Densidade de plantio em duas cultivares de mamona no Sul do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 387-392, 2010.

CUNHA, G. H. M.; ROCHA, U. R.; OLIVEIRA, A. B. Economia da mamona: uma visão do mercado brasileiro no início do século XXI, **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 1, p. 1-25, 2017.

FIOREZE, S. L.; FIOREZE, A. C. C. L.; PIVETTA, L. G.; RODRIGUES, J. D.; ZANOTTO, M. D. Características agronômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução de plantas e densidade de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 86-92, 2016

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P.; MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. de M. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.169-194.

FREITAS, C. A. S.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A.; PEREIRA FILHO, J. V.; FEITOSA, D. R. C. 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, n. 10, p. 1059-1066, 2010.

FRITSCHÉ-NETO, R.; MÔRO, G. V. Escolha do cultivar é dominante e deve considerar toda informação disponível. **Visão Agrícola**, USP/ESALQ, n.13, p.12-15, 2015.

GONDIM, T. M. S.; VASCONCELOS, R. A.; SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. M. Adensamento de mamoneira em condições de sequeiro em Missão Velha - CE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju - SE. **Anais eletrônicos...** Aracaju, 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/21464/1/060.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2020.

GONZÁLEZ, M.; GALLEGO, R.; ROMERO, M. A.; GONZÁLEZ-DELGADO, J. A.; ARTEAGA, J. F.; VALENCIA, C.; FRANCO, J. M. Impact of natural sources-derived antioxidants on the oxidative stability and rheological properties of castor oil based-lubricating greases. **Industrial Crops and Products**, v. 87, p. 297-303, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.068>.

HAJAR, M.; VAHABZADEH, F. Biolubricant production from castor oil in a magnetically stabilized fluidized bed reactor using lipase immobilized on Fe₃O₄ nanoparticles. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 544-556, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.030>.

HORMAIZTEGUI, M. E. V.; ARANGUREN, M. I.; MUCCI, V. L. Synthesis and characterization of a waterborne polyurethane made from castor oil and tartaric acid. **European Polymer Journal**, v. 102, p. 151-160, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2018.03.020>.

LUONG, N. D.; SINH, L. H.; MINNA, M.; JÜRGEN, W.; TORSTEN, W.; MATTHIAS, S.; JUKKA, S. Synthesis and characterization of castor oil-segmented thermoplastic

polyurethane with controlled mechanical properties. **European Polymer Journal**, v. 81, p. 129-137, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2016.05.024>.

NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa do componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

NUNES, E. N.; NASCIMENTO, D. A. M.; ALVES, A. G.; SUASSUNA, J. F.; NASCIMENTO, R. Crescimento de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Scientia Plena**, v. 9, n. 10, p. 1-10, 2013.

PIVETTA, L. G. **Aspectos fisiológicos e produtividade de genótipos de mamona de porte baixo influenciados por densidades de plantas**. 2014. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) -, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

PIVETTA, L. G.; TOMAZ, C. A.; FIOREZE, S. L.; LARA-FIOREZE, A. C. C.; PIVETTA, L. A.; ZANOTTO, M. D. Growth performance of castor bean hybrids under different plant densities, **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 4, p. 399-412, 2017.

RIOS, G. F. A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, B. M.; REZENDE, F. C.; PEREIRA, G. M. Tensões de água no solo no cultivo da mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 287-293, 2014.

SANTAN, H. D., JAMES, C., FRATINI, E., MARTÍNEZ, I., VALENCIA, C., SÁNCHEZ, M. C., FRANCO, J. M. Structure-property relationships in solvent free adhesives derived from castor oil. **Industrial Crops And Products**, v. 121, p. 90-98, out. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.012>.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p. 879-882, 2006.

SEVERINO, L.S., 2012. **Studies on yield components and seed physiology of castor (*Ricinus communis* L.)**. Texas Tech University, Lubbock. PhD Dissertation.

SEVERINO, L. S.; AULD, D. L.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F. Plant density does not influence every castor plant equally. **Industrial Crops And Products**, v. 107, p. 588-594, nov. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.061>

SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D.; CRUSCIOL, C. A. C. Narrow row spacing and high plant population to short height castor genotypes in two cropping seasons. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 244-249, 2012.

SOUZA-SCHLICK, G. D.; SORATTO, R. P.; BOTTINO, D.; FERNANDES, A. M. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e densidades populacionais de plantas. **Interciencia**, Caracas, v. 37, n. 1, p. 49-54, 2012.