



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I- CAMPINA GRANDE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**LUANA APOENA DANTAS**

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL NA PRODUTIVIDADE DO**  
**GERGELIM CULTIVAR BRS MORENA**

**CAMPINA GRANDE – PB**  
**2020**

**LUANA APOENA DANTAS**

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL NA PRODUTIVIDADE DO  
GERGELIM CULTIVAR BRS MORENA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Área de Concentração:** Agrobioenergia e agricultura familiar

Orientadora: Profa. Dra. Nair Helena Castro Arriel

Coorientador: Dr. Marenilson Batista da Silva

**CAMPINA GRANDE – PB  
2020**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D192e Dantas, Luana Apoena.  
Espaçamento e densidade populacional na produtividade do gergelim cultivar BRS Morena [manuscrito] / Luana Apoena Dantas. - 2020.  
48 p.  
  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.  
"Orientação : Profa. Dra. Nair Helena Castro Arriel, Embrapa Algodão."  
1. Sesamum indicum L. 2. Manejo cultural. 3. Produção de gergelim. I. Título

21. ed. CDD 631.5

**LUANA APOENA DANTAS**

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL NA PRODUTIVIDADE DO  
GERGELIM CULTIVAR BRS MORENA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Área de Concentração:** Agrobioenergia e agricultura familiar

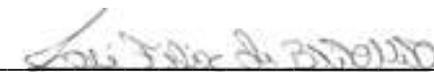
**Aprovada em 29 de julho de 2020**

**BANCA EXAMINADORA**



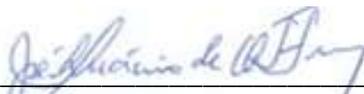
---

**Profa. Dra. Nair Helena Castro Arriel (Orientadora)**  
**Universidade Estadual da Paraíba-UEPB**



---

**Prof. Dr. José Félix de Brito Neto**  
**Universidade Estadual da Paraíba-UEPB**



---

**Prof. Dr. José Lucínio de Oliveira Freire**  
**Instituto Federal da Paraíba (IFPB)**



---

**Ms. Marenilson Batista da Silva (Coorientado)**  
**Universidade Estadual da Paraíba -UEPB**

A Deus pelo dom da vida e de sempre me  
dar forças para seguir em frente,  
superando qualquer obstáculo.

Ofereço.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

A minha orientadora Nair Helena, pelo suporte e pelas suas correções e incentivos. Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, meu muito obrigado.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

A escolha correta do cultivar para um determinado ambiente é de grande importância para a obtenção de boa produtividade. A linhagem CNPA SH 42, foi registrada como BRS, de hábito de crescimento ramificado, com um fruto por axila e sementes de coloração marrom avermelhada se constitui em nova opção para o segmento industrial de óleo ou consumo in natura. Como futura cultivar de gergelim, estudos para avaliar o efeito da densidade de plantas são necessários para elucidar os efeitos do arranjo populacional no desempenho da lavoura. Portanto, objetivou-se Avaliar atributos de crescimento, produtividade e a viabilidade econômica do gergelim, cultivar BRS Morena, em função de diferentes espaçamentos e densidades de plantio. O experimento foi conduzido na estação experimental da EMEPA em Alagoinha-PB. Forão testados quatro espaçamentos entre linhas (45 cm; 60 cm; 75 cm e 90 cm) e dois espaçamentos entre plantas (10 cm e 20 cm) constituindo oito populações de, aproximadamente, 55.556; 66.667; 83.333; 11.111; 11,111; 133.333; 166.667; 222.222 plantas por hectare, para avaliar a influência da densidade populacional na cultivar de gergelim BRS Morena de hábito de crescimento ramificado. O delineamento experimental foi o fatorial 4x2 distribuído em blocos casualizados com quatro repetições. Forão avaliadas as características de crescimento e produção do gergelim: altura da planta, altura de inserção do primeiro fruto, números de frutos por planta, comprimento dos frutos, massa de mil sementes e rendimento de sementes por hectare. Para as variáveis número de frutos por planta, comprimento do fruto e o rendimento de sementes para a cultivar BRS Morena, apresentaram desempenho diferenciado sob as diferentes configurações de plantio e densidades de plantas. Concluiu-se então, que o melhor desempenho agrônômico e econômico se foi registrado no espaçamento de 45cm entre fileiras e 10cm entre plantas, correspondendo a 222 mil plantas por hectare, com relação de custo benefício 6 vezes superior a unidade.

**Palavras chave:** *sesamum indicum* L; manejo cultural; sistema de produção.

## ABSTRACT

The correct choice of cultivar for a given environment is of great importance for obtaining good productivity. The CNPA SH 42 strain was registered as BRS, with a branched growth habit, with an axillary fruit and seeds with a reddish brown color, constituting a new option for the industrial oil and / or fresh consumption segment. As a future sesame cultivar, studies to evaluate the effect of plant density are needed to elucidate the effects of the population arrangement on crop performance. Therefore, the objective was to evaluate the effect of different spacing and plant distribution per linear meter on the productive performance of cultivar BRS Morena. The experiment was conducted at the EMEPA experimental station in Alagoinha-PB. Four line spacing (45 cm; 60 cm; 75 cm and 90 cm) and two spacing between plants (10 cm and 20 cm) were tested, constituting eight populations of approximately 55,556; 66,667; 83,333; 11,111; 11,111; 133,333; 166,667; 222,222 plants per hectare, to assess the influence of population density on the BRS Morena sesame cultivar with branched growth habit. The experimental design was a 4x2 factorial distributed in randomized blocks with four replications. The characteristics of growth and production of sesame were evaluated: plant height, height of insertion of the first fruit, number of fruits per plant, length of fruits, mass of one thousand seeds and seed yield per hectare. For the variables number of fruits per plant, fruit length and seed yield for cultivar BRS Morena, they showed different performance under different planting configurations and plant densities. It is concluded, then, that the best agronomic and economic performance was registered in the spacing of 45 cm between rows and 10 cm between plants, corresponding to 222 thousand plants per hectare, with a cost-benefit ratio 6 times higher than the unit.

**Keywords:** *sesamum indicum* L; cultural management; production system.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figura 1 -</b>  | Localização geográfica da área experimental, Alagoinha, PB.....  | 22 |
| <b>Figura 2 -</b>  | Precipitações pluviométricas anual verificadas na área experimental, Alagoinha-PB.....   | 23 |
| <b>Figura 3 -</b>  | Visão parcial da área experimental do cultivo de Gergelim BRS Marrom. Alagoinha, 2019.....   | 26 |
| <b>Figura 4 -</b>  | Amarração dos feixes com as plantas de gergelim para secagem (A) e batidafeita nos feixes para obtenção da produção de grãos da parcela experimental. Alagoinha-PB, 2019.....      | 27 |
| <b>Figura 5 -</b>  | Valores médios da altura de plantas da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha-PB, 2019.....                   | 30 |
| <b>Figura 6 -</b>  | Valores médios da altura de inserção do primeiro fruto da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha-PB,2019..... | 31 |
| <b>Figura 7 -</b>  | Valores médios do número de frutos por planta da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha- PB,201.....          | 33 |
| <b>Figura 8 -</b>  | Valores médios do comprimento dos frutos da cultivar BRS Morenanos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha- PB, 2019.....              | 35 |
| <b>Figura 9 -</b>  | Valores médios para a massa de mill sementes da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha- PB,2019.....          | 36 |
| <b>Figura 10 -</b> | Resultados médios para o número de sementes de por frutos do gergelim dacultivar BRS Morena.....   | 37 |
| <b>Figura 11 -</b> | Resultados médios do rendimento de sementes da cultivar de gergelim BRSMorena nos diferentes tratamentos analisados.....   | 39 |

## LISTA DE TABELAS

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Tabela 1</b> – | Análise química do solo da área experimental, Alagoinha-PB, 2019  | 24 |
| <b>Tabela 2</b> - | Resumo da análise de variância para as características altura da planta (m), altura de inserção do 1 <sup>o</sup> fruto (cm), número de frutos por planta, comprimento do fruto(cm), número de sementes por fruto, massa de mil sementes (g), produção de grãos por parcela (g) avaliadas em ensaio de densidade populacional na produtividade da cultivar de gergelim BRS Morena. Alagoinha- PB, 2019..... | 29 |

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUÇÃO.....  | 11 |
| 2     | REVISÃO DE LITERATURA.....   | 14 |
| 2.1   | A cultura do gergelim: aspectos gerais.....  | 14 |
| 2.2   | Rendimento e exploração dos grãos.....   | 14 |
| 2.3   | Importância econômica e cultural.....  | 15 |
| 2.4   | Efeito do manejo e da distribuição de plantas no desempenho produtivo do gergelim.....     | 17 |
| 2.4.1 | <i>Preparo do solo</i> .....   | 17 |
| 2.4.2 | <i>Espaçamento</i> .....   | 18 |
| 2.4.3 | <i>Densidade</i> .....   | 19 |
| 2.4.4 | <i>Efeito das condições de cultivo na composição do óleo de gergelim</i> .....             | 20 |
| 3     | OBJETIVOS.....   | 21 |
| 3.1   | Geral.....   | 21 |
| 3.2   | Específico.....  | 21 |
| 4     | MATERIAL E MÉTODOS.....  | 22 |
| 4.1   | Localização do experimento.....  | 22 |
| 4.2   | Clima e precipitação.....  | 22 |
| 4.3   | Delineamento experimental.....   | 23 |
| 4.4   | Descrição do experimento.....  | 23 |
| 4.5   | Preparo do solo, adubação e tratamentos culturais.....                                     | 24 |
| 4.6   | Instalação do experimento.....   | 25 |
| 4.7   | Características avaliadas.....   | 25 |
| 4.7.1 | <i>Altura das plantas (ALTP)</i> .....   | 25 |
| 4.7.2 | <i>Altura de inserção do primeiro fruto (ALTI°F)</i> .....                                 | 25 |
| 4.7.3 | <i>Número de fruto por planta (NFP)</i> .....  | 25 |
| 4.7.4 | <i>Comprimento do fruto</i> .....  | 26 |
| 4.7.5 | <i>Número de sementes por fruto (NSF)</i> .....  | 26 |
| 4.7.6 | <i>Massa de mil sementes (MMS)</i> .....   | 26 |
| 4.7.7 | <i>Rendimento de grão</i> .....  | 26 |
| 4.7.8 | <i>Viabilidade econômica</i> .....   | 27 |
| 4.8   | Análise estatística.....   | 27 |
| 5     | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 28 |
| 5.1   | Altura de plantas.....   | 29 |
| 5.2   | Altura da inserção do primeiro fruto.....  | 31 |
| 5.3   | Números de frutos por planta.....  | 32 |
| 5.4   | Comprimento do fruto.....  | 34 |
| 5.5   | Massa de mil sementes.....   | 35 |
| 5.6   | Números de sementes por fruto.....   | 36 |
| 5.7   | Rendimento de sementes.....  | 38 |
| 5.8   | Viabilidade econômica do cultivo da BRS Morena em diferentes configurações de plantio..... | 40 |

|          |                         |           |
|----------|-------------------------|-----------|
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>42</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b> | <b>43</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O gergelim pertence à família Pedaliaceae, sendo considerada uma das oleaginosas mais conhecidas da humanidade. Essa planta é originária dos continentes africano e asiático e expandiu-se por muitas partes do mundo (PANDEY et al., 2015).

A espécie é considerada resistente à seca podendo produzir com um mínimo de pluviosidade (300 mm) bem distribuída, mas a faixa ótima está entre 500 e 650 mm. A espécie prefere solos profundos com textura franca, bem drenados e de boa fertilidade natural (macro e micronutrientes) e nunca solos salinos. A planta pode crescer ou se desenvolver em tipos diversos de solos sem atingir a plenitude observada nos solos preferenciais. Os solos devem apresentar reação neutra, pH próximo a 7 não tolerando a planta, aqueles com pH abaixo de 5,5 ou acima de 8,0. É extremamente sensível à salinidade e à alcalinidade (JÚNIOR et al, 2013).

É uma planta anual ou perene, dependendo da cultivar, de altura variável, de 0,5 a 3m, caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelos e de seção quadrangular ou cilíndrica, com razoável nível de heterofilia, folhas pecioladas, pubescentes, flores completas e axilares, gamopétalas e zigomorfas, com fruto tipo cápsula e deiscência (ARRIEL et al, 2009).

Ao se considerar a diversificação de cultivos, torna-se imprescindível o fomento de espécies agronomicamente viáveis e economicamente rentáveis. Nesse contexto, a cultura do gergelim se constitui em um agronegócio pouco explorado e com amplas possibilidades de crescimento. Incentivar e aprimorar a cadeia produtiva do gergelim corresponde a uma atividade de grande importância para o desenvolvimento da cultura, visto que se trata de uma cultura rentável, socialmente correta, com excelente qualidade nutricional de seus grãos e adaptada aos diversos agroecossistemas do País.

Essa cultura vem ganhando espaço dos pequenos e médios produtores agrícolas, devido a facilidade de seu cultivo, além do bom nível de resistência à seca, possui um bom potencial produtivo e podendo ser empregado no mecanismo de rotação e consorciação de culturas (PERIN et al. 2010). A planta é ainda considerada rústica, pouco exigente em fertilidade do solo e água (AVILA e GRATEROL, 2005).

A cultura do gergelim na região semiárida do Nordeste ainda não se tornou uma exploração de importância econômica, por ser cultivada praticamente por pequenos produtores, os quais demandam tecnologias tradicionais de simples manejo para essa

cultura, tendo como consequência uma elevada dependência no emprego de mão-de obra familiar nos períodos de semeadura (desbaste) e colheita (QUEIROGA; SILVA,2008).

De acordo com Amabile *et al.*, (2002), o gergelim tem sido visto como uma opção em virtude de suas características agronômicas, como fácil cultivo, baixa exigência hídrica e rusticidade. Segundo o mesmo autor, essa oleaginosa apresenta altovalor industrial, sendo a extração do seu óleo de excelente qualidade, utilizado para a fabricação de margarinas, perfumes, lubrificantes, sabão, remédios, torta de gergelim, apresentando um teor de proteína em torno de 40%.

Sua principal finalidade é a extração do óleo com aplicações nas indústrias alimentícias e óleo-química, que se encontra em plena ascensão, destacando-se também nos setores da panificação e indústria de biscoitos, além de um mercado ainda não explorado, o óleo para consumo humano (LIMA et al., 2013).

O gergelim constitui alimentação básica popular, pois a semente pode ser consumida também “*in natura*”, e em preparações diversas; todavia o óleo é a principal razão do seu cultivo, pois se trata de um óleo combustível e de alta qualidade servindo também, como base para o preparo de gorduras compostas, margarinas e óleos para salada, é um óleo rico em ácidos graxos insaturados, como oleico e linoleico (BARROS et al., 2001).

Diante da crescente perspectiva de produção e uso do gergelim, faz-se necessário a utilização de técnicas de manejo de cultural para elevar a produção de grãos, sendo necessário seu cultivo de forma mais eficiente em função de densidade e espaçamento.

Para atender a expansão do cultivo do gergelim no Brasil a Embrapa Algodão, a partir do Programa de Melhoramento Genético das Oleaginosas, vem desde, 1986, desenvolvendo cultivares produtivas e com teor de óleo acima de 50%. A cultivar BRS Anahí, lançada em 2017, é recomendada para o cultivo mecanizado, devido ao seu hábito de crescimento não ramificado. Esta característica permite o cultivo de um maior número de plantas por hectare (Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28629893/prosa-rural---brs-anahi-nova-cultivar-de-gergelim-nao-ramificado>). Com a continuidade do Programa de Melhoramento da espécie novas linhagens encontra-se em fase final para lançamento, assim em 2019 foi registrada uma nova cultivar identificada como BRS Morena. Como opção de cultivo para a maioria das regiões brasileiras e tendo como diferencial a tonalidade da coloração de suas sementes marrom avermelhada. Para melhor aproveitamento do seu potencial genético é importante aumentar a eficiência do seu desempenho a partir da adoção das recomendações técnicas apropriadas às características da nova cultivar.

Entre as recomendações técnicas agronômicas, o uso do espaçamento adequado entre plantas poderá determinar um importante aumento da produtividade do cultivo do gergelim. O espaçamento apropriado entre plantas deve possibilitar a interceptação de luz do sol que irá promover a taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de matéria seca, e, em última análise, aumenta o rendimento da cultura. No caso de culturas como o gergelim, espaçamentos mais adensados tem se mostrado mais adequado para aumentar o rendimento (SHEKH et al. 2014). Em função do exposto, a determinação do arranjo de plantas de gergelim para a nova cultivar de gergelim poderá auxiliar positivamente o manejo da cultura, favorecendo a exploração completa do potencial de rendimento agrícola desta espécie vegetal.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A cultura do Gergelim: aspectos gerais**

O gergelim (*Sesamum indicum*) é uma planta dicotiledônea, pertencente à família das Pedaliáceas, ordem Tubiflorae, subordem Solamineae, tribo Sesameae. É constituída por 13 gêneros e 75 espécies encontradas em áreas tropicais e subtropicais. É considerada uma das mais antigas oleaginosas utilizadas pela humanidade, com registro de cultivo há mais de 4.300 a.C, em países como Irã, Egito, Índia e China (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Em muitos países africanos, como a Nigéria, a espécie representa a maior fonte de óleo para exportação, tendo como finalidades principais a alimentação (em especial, a indústria da panificação, sendo o óleo também utilizado na culinária), que absorve 90% do gergelim produzido mundialmente, e a indústria de cosméticos, em decorrência de seus antioxidantes naturais. (MELO; VOLTOLINI, 2019)

O gergelim é uma cultura que apresenta ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas de clima quente, tem bom nível de resistência à seca e facilidade de cultivo, possuindo, ainda, grande potencial econômico, tanto no mercado interno, quanto no externo, em decorrência, principalmente, da elevada qualidade do óleo que produz, com aplicações nas indústrias alimentícias e óleo-química, sendo que esta última se encontra em plena ascensão, com aumento anual aproximado de 15,0% na quantidade de produtos industrializáveis para consumo (BARROS et al., 2001; LANGHAM; WIEMERS, 2002).

O fruto do gergelim é uma cápsula com deiscência loculicida, alongada, com 4, 6, 8 ou 10 lojas, mais ou menos pilosa, variando de 1 a 3 na mesma planta, o seu número em cada axila. Sua semente, pequena, achatada, de coloração variando do branco ao preto, possui elevado valor alimentar e é considerada o principal produto da cultura (EPSTEIN, 2000).

### **2.2 Rendimento e exploração dos grãos**

A demanda crescente de alimentos, frente ao crescimento populacional que é registrado a cada ano, promove uma maior atenção ao campo, de onde se esperam aumentos de produtividade para suprir a demanda que se constitui a cada dia. Estima-se que para isso, a produção agrícola terá de aumentar, por exemplo, de 70 a 100% até o ano de 2050

A produção mundial de sementes desta oleaginosa é estimada em 4,10 milhões de toneladas, e, a superfície cultivada, em 6.621.082 milhões de hectares, com uma produtividade de 617,4 kg ha<sup>-1</sup>. Países com as maiores áreas cultivadas são: Sudão (2,53 milhões de ha<sup>-1</sup>), Índia (1,78 milhão de ha<sup>-1</sup>), Myanmar (1,0758 milhão de ha<sup>-1</sup>), Tanzânia (928,2 mil ha<sup>-1</sup>), Sudão do Sul (580,0 mil ha<sup>-1</sup>), Nigéria (559,9 mil ha<sup>-1</sup>), Burkina Faso (506,0 mil ha<sup>-1</sup>), China (42981,1 mil ha<sup>-1</sup>), Chad (421,5 mil ha<sup>-1</sup>) Etiópia (384,7420,4 mil ha<sup>-1</sup>), Nigéria (380,0 mil ha<sup>-1</sup>), Uganda (283,207,20 mil ha<sup>-1</sup>), Niger (181,7131,5 mil ha<sup>-1</sup>), Tanzânia (145,0 mil ha<sup>-1</sup>), Burkina Faso (120,7 de ha<sup>-1</sup>) e Chad(100,0 mil ha<sup>-1</sup>). Juntos estes países são responsáveis por 82,0788,43% da área colhida e por 80,3% da produção mundial de grãos de gergelim (KOURI e ARRIEL, 2009; FAO,2014; 2017).

O Brasil, por sua vez, é um pequeno produtor. Em 2014, o país produziu 5 mil toneladas em 8 mil hectares e rendimento em torno de 625,07 kg ha<sup>-1</sup> (FAO 2017). Os estados brasileiros produtores de gergelim são: Goiás (67 % da produção nacional), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais. Na maioria dos estados do Nordeste, a exploração ainda permanece em âmbito de subsistência, com poucos excedentes comercializáveis em feiras locais, panificadoras e casas de produtos naturais (KOUR et al, 2009).

Até o ano de 2015, o estado de Goiás respondia por, aproximadamente, 60% da produção nacional e 50% de área cultivada. No entanto, Mato Grosso, neste mesmo ano e em 2016 registrou um total de 20 mil hectares implantados com a cultura. Para a safra 2017/2018, foi implantado, aproximadamente 33 mil hectares com a cultura, no município de Canarana-MT (OLIVEIRA e ARRIEL, 2019).

### **2.3 Importância econômica e cultural do gergelim**

O gergelim (*S. indicum* L.) é uma espécie oleaginosa anual com formação abundante de flores, cada uma das quais origina um fruto com 40 a 50 sementes, aproximadamente. No Brasil, é plantado tradicionalmente na região Nordeste, pois constitui-se uma alternativa de grande importância socioeconômica para a região, por ser de fácil cultivo, possuir tolerância relativamente alta a estiagem e, principalmente, por gerar renda e trabalho, sendo fonte de alimento para agricultores familiares e médios produtores (QUEIROGA et al., 2008). É cultivado em mais de 71 países, sendo considerada a nona oleaginosa mais cultivada no mundo, em especial na África e Ásia, sendo o Brasil um pequeno produtor (BELTRÃO et al., 2008).

O cultivo do gergelim possibilita a diversificação agrícola a partir da exploração de uma cultura com potencialidades econômicas, agrônômicas e sociais, em decorrência de suas características de tolerância à seca e facilidade de manejo. Mediante o avanço do conhecimento, vários esforços estão sendo direcionados para a criação e/ou adaptação de tecnologias que promovam elevação nos índices de produtividade das culturas, principalmente na região Nordeste, em virtude de suas limitações climáticas, especialmente a questão pluviométrica (BELTRÃO et al., 2013). No Nordeste brasileiro, era cultivado tradicionalmente como plantio de “fundo de quintal”, sendo asementes utilizadas no preparo de alimentos como paçocas, cocadas, tijolinhos, fubá e pé-de-moleque (EBDA, 2012).

No semiárido nordestino, a cultura do gergelim ainda não se tornou uma exploração de importância econômica, por ser cultivada praticamente por pequenos produtores, os quais utilizam tecnologias tradicionais de simples manejo para essa cultura, tendo como consequência elevada dependência de mão-de-obra familiar nos períodos de semeadura, desbaste e colheita/beneficiamento (BELTRÃO et al., 1994; QUEIROGA et al, 2008).

Deve-se salientar que a inclusão do gergelim como nova alternativa para diversificar a oferta de matéria-prima para produção agrícola, possibilita lucros e qualidade de vida aos produtores rurais, motivando-os e dando uma perspectiva de melhores produções associadas às culturas tradicionalmente exploradas, constituindo-se em opção viável para rotação e consórcio com outras culturas e, por ser pouco exigente em insumos, pode ser utilizado em agricultura orgânica.

A cultura do gergelim representa uma excelente opção agrícola, apesar de manter-se a níveis de produtividade regional, pode-se expandir a área cultivada e abrir a possibilidade de se conquistar parcela do mercado externo com o excedente de produção em virtude da alta cotação dessa oleaginosa no comércio internacional (EMBRAPA, 2006).

Sabe-se que a produtividade de um cultivo agrícola é definida pela interação entre a planta, ambiente e manejo. Dentre as práticas de manejo, destacam-se a densidade de semeadura e o espaçamento entrelinhas.

As cultivares de gergelim, em sua maioria, apresentam características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia e nos componentes do rendimento. No gergelim,

essa particularidade está relacionada à adaptação a altitude, latitude, fertilidade do solo, época de semeadura e população de plantas. Portanto, é importante conhecer as

interações entre esses fatores para definir práticas de manejo que favoreçam o aumento de rendimento de grãos da cultura, bem como os componentes de produtividade em função das cultivares utilizadas.

Segundo Beltrão e Vieira (2001), estudos avaliando a plasticidade da planta de gergelim, ou seja, sua adaptabilidade em diferentes ambientes, mostram que o número de frutos é determinado durante os estágios vegetativos e reprodutivos finais. A interceptação da luz na população de plantas é fundamental para o desenvolvimento de botões reprodutivos, armazenamento de fotoassimilados e redução do abortamento de flores e perda de frutos.

## **2.4 Efeito do manejo e da distribuição de plantas no desempenho produtivo do gergelim**

A produtividade de qualquer cultura é um fenômeno complexo governado por diversos fatores como o uso de variedades melhoradas, método de semeadura apropriado, arranjo de plantas, disponibilidade de água, pragas, doenças, entre outras variáveis que afetam o desenvolvimento da planta (BORÉM; MIRANDA, 2013).

### **2.4.1 Preparo do solo**

Dentre as práticas de manejo do solo, o preparo mecânico é a atividade que mais interfere na estrutura do solo. Propriedades como a densidade, a porosidade, o teor de umidade e a taxa de infiltração de água estão intimamente associadas à estrutura e à textura do solo e podem tanto estimular como inibir diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (COSTA et al., 2006; MEURER, 2007). Além dos efeitos da densidade sobre o desenvolvimento das plantas, ainda se verifica sua interferência na absorção de nutrientes, principalmente quando estas estão em competição por água, luz e nutrientes.

Em virtude do pequeno tamanho das sementes de gergelim e do lento crescimento das plântulas nas primeiras semanas, o sucesso no estabelecimento do sistema de cultivo do gergelim requer um cuidadoso preparo do solo, aliando-se a melhor equidistância entre plantas durante o estabelecimento inicial do cultivo que poderá resultar em um maior aproveitamento de água, luz e nutrientes.

Podem se desenvolver em diferentes tipos de solo, porém sendo indicados os solos

leves e floculados, bem drenados, pois a constituição primária destes solos favorece o desenvolvimento efetivo das raízes do vegetal (MAGALHÃES et al., 2010).

No preparo do solo, seja convencional, com o uso de aração e gradagem ou com técnicas de preparo mínimo com o uso de cultivador, é importante o uso adequado das máquinas e implementos agrícolas em razão da profundidade, relevo, grau de estrutura e da classe textural do solo, devendo sempre evitar os torrões de solo, pois a semente é pequena e leve, preferindo um leito uniforme para boa germinação (QUEIROGA, ARRIEL e SILVA, 2010).

#### ***2.4.2 Espaçamento***

O gergelim tem uma plasticidade fisiológica muito boa e, assim, fenotípica; porém, para produzir bem, há necessidade de estar no seu ótimo ecológico em termos de clima e de solo. (LIMA et al., 2009). São variados os estudos já realizados com o gergelim envolvendo, em geral, espaçamentos e densidades (configurações) de plantio inclusive cultivos mecanizados com elevadas densidades de plantio (AMABILE et al., 2002).

De acordo com Arriel et al, (2009), o espaçamento utilizado na produção de gergelim, interfere de forma significativa na produção final dessa oleaginosa. Espaçamentos mais estreitos, reduzem tanto o número de frutos quanto o número de sementes por fruto. Entretanto, segundo o mesmo autor, espaçamentos mais adensados possibilitam maiores rendimentos por unidade de área, isso pelo aumento do número de plantas por hectare

Tourino (2002) ressalta que o espaçamento entre as linhas e a densidade de plantas nas linhas podem ser manipulados, com a finalidade de estabelecer o arranjo mais adequado à obtenção de maior produtividade e adaptação à colheita mecanizada.

A densidade populacional do gergelim em cultivo varia entre 50 mil e 200 mil plantas por hectare. A população de plantas que é determinada em função dos espaçamentos e das densidades de plantio exerce influência na produtividade e nos componentes de produção do gergelim, dependendo do ambiente e da cultivar em uso, porém não de forma tão significativa quanto em outras culturas, o que denota a plasticidade dessa oleaginosa.

### ***2.4.3 Densidade de plantas***

As variações na densidade de plantio interferem diretamente na produtividade, sendo que a densidade de plantio inadequada é uma das causas responsáveis pela baixa produtividade (FILHO et al, 2010). O aumento da densidade de plantas até determinado limite é uma técnica usada com a finalidade de elevar o rendimento de grãos. No milho, o número ideal de plantas por área é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica proporcionado pelas diferentes densidades de planta (SILVA et al, 1999).

Na soja, o aumento da densidade de plantio está positivamente relacionado ao rendimento e altura da planta e negativamente relacionado ao número de ramos, extensão da floração e produtividade por planta (MACKENZIE et al., 1975).

Já no gergelim, para as condições do Nordeste, a quantidade de sementes por unidade de área, pode variar de acordo com a cultivar, com populações de 50.000 a 200.000 plantas/m, com espaçamento variando de 0,5 a 1,0m, sendo um adensamento maior para as cultivares precoces e não ramificadas. A densidade populacional é uma consideração agronômica importante para um rendimento ótimo. De acordo com Vanasten (2011), uma boa gestão do solo, densidade de plantas e configuração plantação pode aumentar os benefícios de o sistema.

Como o gergelim apresenta uma semente muito pequena e leve, normalmente, no seu plantio, seja de forma manual ou mecanizada, de acordo com o nível tecnológico e o tamanho da área, se gastam mais sementes que o necessário E a quantidade de sementes por hectare pode variar de acordo com a densidade do plantio eo espaçamento utilizados.

Para que a população de plantas satisfaça as recomendações de espaçamento e de densidade de plantio, que gira em torno de 100-150 mil plantas/ha é necessário fazer o raleamento ou desbaste, deixando as plantas mais vigorosas e retirando as excedentes. EMBRAPA (2014).

Portanto, a adequação da quantidade de plantas deixadas, pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes de gergelim. Ressalta-se que em cultivos mecanizados do gergelim explorados na Região Centro-Oeste, não se faz desbaste, portanto a definição de um espaçamento mais adequado em função do hábito de crescimento da cultivar é primordial para aumentar a eficiência agrônômica e econômica da exploração desta oleaginosa em diferentes condições edafoclimáticas.

#### ***2.4.4 Efeito das condições de cultivo na composição do óleo de gergelim***

Em plantas oleaginosas, como o girassol, a população de plantas, a posição da semente no capítulo e o peso destas podem interferir na qualidade final de um lote de sementes. Oliveira (2013) avaliando diferentes densidade de semeadura (35 a 50 mil plantas por hectare) concluiu que a densidade de semeadura de até 40 mil sementes por hectare permite obter sementes com massa maior e, portanto sementes classificadas como pesadas apresentam emergência melhor de plântulas.

O óleo de gergelim apresenta uma elevada estabilidade oxidativa em virtude da presença de lignanas, sesamolina e sesamina e de seus produtos de degradação, sesamol e sesamolinol, que são potentes antioxidantes. Contudo, pouco se conhece sobre a composição do óleo do gergelim cultivado no Brasil quanto à variabilidade em relação às condições de cultivo (Antoniassi et al, 2013). Os referidos autores avaliaram 14 genótipos de gergelim, desenvolvidos pela Embrapa Algodão, cultivados em Patos, na Paraíba, e em Barbalha, no Ceará, respectivamente, em condições de sequeiro e sob irrigação e constataram que o conteúdo de óleo das sementes de gergelim foi influenciado pela disponibilidade hídrica, durante o estágio de desenvolvimento das plantas. Houve alteração da composição do óleo entre os locais estudados quanto aos ácidos graxos e esteróis.

Queiroga et al (2010) ao avaliarem a qualidade fisiológica e a composição química/mineral das sementes de gergelim de três genótipos: BRS Seda, CNPA G4 e linhagem Preta em regiões distintas (pelos produtores das comunidades de São Francisco de Assis do Piauí; pela Embrapa Algodão na Estação Experimental de Barbalha, CE; e pelo produtor do município de Várzea, PB, safra 2009.) , constataram uma correlação positiva entre teor de óleo e a massa de 1.000 sementes para as cultivares estudadas; e as sementes das cultivares BRS Seda e CNPA G4 apresentaram baixa concentração de cálcio em relação as da linhagem preta.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Avaliar atributos de crescimento, produtividade e a viabilidade econômica do gergelim, cultivar BRS Morena, em função de diferentes espaçamentos e densidades de plantio.

#### **3.2 Específicos**

- Avaliar variáveis de crescimento do gergelim como parâmetro de produtividade em função do espaçamento e densidade de plantas.
- Avaliar o rendimento de sementes por planta da cultivar BRS Morena submetida a diferentes espaçamentos e densidades de plantas.
- Determinar a viabilidade econômica da cultivar BRS Morena em diferentes densidades populacionais.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido, entre os meses de maio e agosto de 2019, na Estação Experimental da EMPASA, localizada no município de Alagoinha, no estado da Paraíba, mesorregião do Agreste Paraibano, georreferenciada pela coordenadas geográficas  $06^{\circ} 57' 56.5''$  de latitude e  $035^{\circ} 32' 47.7''$ W de longitude.

**Figura 1** – Localização geográfica da área experimental, Alagoinha, PB



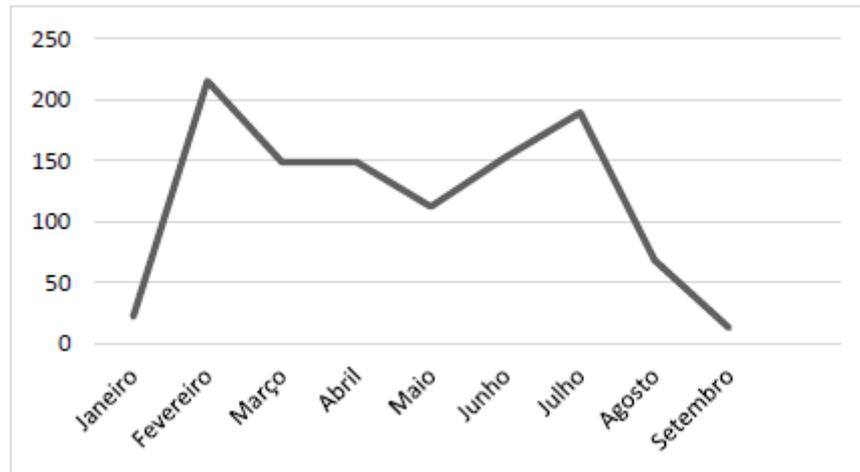
Fonte: Google Maps, 2019.

### 4.2 Clima

O clima do local do experimento é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca no Inverno (KÖPPEN; GEIGER, 2000), com temperatura média em torno de  $24,9^{\circ}\text{C}$  e pluviosidade durante o experimento de  $751,4\text{ mm}$ . A média anual é de  $1.017\text{ mm}$ . Os maiores índices pluviométricos na localidade são concentrados nos meses de março a julho.

O experimento foi conduzido em condições de sequeiro e para o registro das precipitações foi instalado pluviômetro na área experimental.

**Figura 2-**Precipitações pluviométricas anual verificadas na área experimental, Alagoinha-PB



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

#### 4.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso (DBC) com um esquema fatorial 4x2, com oito tratamentos correspondendo a: quatro espaçamentos entre fileiras (45 cm; 60 cm; 75 cm e 90 cm) e dois espaçamentos entre plantas (10 cm e 20 cm).

Cultivar BRS Morena 45 cm x 10 cm (10 plantas/metro linear)

Cultivar BRS Morena 45 cm x 20 cm (5 plantas/metro linear)

Cultivar BRS Morena 60 cm x 10 cm (10 plantas/metro linear)

Cultivar BRS Morena 60 cm x 20 cm (5 plantas/metro linear).

Cultivar BRS Morena 75 cm x 10 cm (10 plantas/metro linear).

Cultivar BRS Morena 75 cm x 20 cm (5 plantas/metro linear).

Cultivar BRS Morena 90 cm x 10 cm (10 plantas/metro linear).

Cultivar BRS Morena 90 cm x 20 cm (5 plantas/metro linear).

As parcelas (unidades experimentais) tinham as dimensões de 4,0 m x 4,0 m (16,0 m<sup>2</sup>), considerando-se, para efeito das avaliações, a área útil de 2 m<sup>2</sup>, as cinco plantas das duas fileiras centrais. As fileiras laterais, foram tidas como bordaduras.

#### 4.4 Descrição do experimento

O material biológico testado foi a Linhagem de gergelim CNPA-SH-42,

desenvolvida pelo programa de melhoramento genético da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), lançada como cultivar denominada BRS Morena.

Foram coletadas amostras de solo à profundidade de 0 a 20 cm, sendo enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo da EMBRAPA-Algodão, cujo resultados de fertilidade se encontram na Tabela 1.

**Tabela 1** - Resultados de fertilidade do solo da área experimental. Alagoinha, PB, 2019.

| Atributos químicos e de fertilidade                                     | Valores |
|---|---------|
| pH (H <sub>2</sub> O – 1:2,5)   | 4,6     |
| Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                  | 10,4    |
| <sup>3</sup> )Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )    | 4,6     |
| Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                   | 0,5     |
| K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                    | 0,7     |
| (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                                   | 2       |
| P (mg dm <sup>-3</sup> )  | 16,2    |
| SB (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )                                | 2       |
| <sup>3</sup> )Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )    | 23,1    |
| H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 39,3    |
| (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )CTC                                | 41,2    |
| (%)   |         |
| V (%)   |         |

**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2020.

SB = Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC) x100;

**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2020.

De acordo com os resultados apresentados, foram realizadas adubações de fundação e cobertura, conforme as recomendações preconizadas pela EMBRAPA-Algodão para a cultura do gergelim.

A adubação em fundação foi feita com esterco bovino 29 kg ha<sup>-1</sup> sendo aplicada em todas as parcelas. Fernandes et. al (2009), ressalta a importância de fontes orgânicas em regiões semiáridas, como o esterco bovino, sendo de suma importância nessas localidades.

Nas adubações em cobertura, as fontes utilizadas foram 200,0 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (MAP – 12,0% de N e 54% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 20,0 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (58% de KCl).

#### 4.5 Preparo do solo, adubação e tratos culturais

O preparo do solo da área experimental foi realizado através de aração e

gradagem. O controle das ervas espontâneas incidentes foi feito através de 2 aplicações de Diuran e Glifosato, nos volumes respectivos de 1,5 L ha<sup>-1</sup> e 5,0 L ha<sup>-1</sup>, e, até aos 8 dias após a emergência das plântulas, foram realizadas 2 capinas manuais.

#### **4.6 Instalação do experimento**

A instalação do experimento se deu início com a demarcação da área com uso de trenas, cordas e piquetes e seguida da identificação das parcelas, por meio de plaquetas devidamente grafadas com o número da unidade experimental. Procedimento utilizado para facilitar a identificação das parcelas no momento da semeadura e das avaliações em campo (GONDIM, 2011).

As sementes de gergelim BRS Morena foram adquiridas na Embrapa Algodão. A semeadura foi realizada com quatro sementes por cova a uma profundidade de 2,0 cm. A emergência das plântulas se deu quatro dias após a semeadura, sendo realizado um desbaste cerca de nove dias após a emergência das plântulas. O segundo desbaste foi realizado oito dias após o primeiro, deixando-se o estante correspondente à densidade populacional de cada tratamento.

A coleta de dados de campo foi realizada aos 89 dias após o plantio.

#### **4.7 Características avaliadas**

##### ***4.7.1 Altura das plantas (ALTP)***

A altura da planta (cm) foi determinada ao final do experimento, adotando-se, como critério, a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal.

##### ***4.7.2 Altura de inserção do primeiro fruto (ALT1°F)***

Foram tomadas, com o auxílio de uma régua graduada, as medidas correspondentes à distância entre o colo da planta ao nível do solo e o primeiro fruto (cápsula).

##### ***4.7.3 Número de fruto por planta (NFP)***

A contagem das cápsulas, ou frutos, foi realizada ao final do período da maturação fisiológica.

#### **4.7.4 Comprimento do fruto**

Em cada planta analisada foram coletados cinco frutos para mensuração do comprimento (cm) com auxílio de uma régua graduada.

Por ocasião da colheita foram coletadas:

#### **4.7.5 Número de sementes por fruto (NSF)**

Nas cinco plantas coletadas para análises na área útil de cada tratamento foram coletados cinco frutos por planta.

#### **4.7.6 Massa de mil sementes (MMS)**

Foram analisadas amostras de 1000 sementes, por repetição, com teor de umidade de cerca de 12%, com a determinação da massa (g) em balança de precisão de 0,001 gramas.

#### **4.7.7 Rendimento de grão**

Com base na produção de grãos (kg) na área útil analisada, foi estipulada a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

**Figura 3-**Visão parcial da área experimental do cultivo de Gergelim BRS Morena Alagoinha, 2019.



**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2020.

No processo da colheita, as plantas de cada área útil foram cortadas, amarradas em feixes e, posteriormente, foram colocados os feixes empilhados e escorados em umacerca, expostas ao sol para secagem, ficando em um período de 15 dias,aproximadamente. Após a secagem, as hastes foram batidas para separar as sementes dos fruto.

**Figura 4** - Amarração dos feixes com as plantas de gergelim para secagem (A) e batida feita nos feixes para obtenção da produção de grãos da parcela experimental. Alagoinha-PB, 2019.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Logo após a colheita e a secagem das sementes, fez-se a limpeza definitiva, que consiste na retirada de folhas e pedaços de galhos, e em seguida, foram armazenados em sacos de papel onde foram devidamente etiquetados.

A viabilidade técnica da linhagem de gergelim foi avaliada pela produtividade estimada por hectare oriunda dos diferentes espaçamentos e densidade de plantas adotados.

#### **4.7.8 Viabilidade econômica**

A partir das médias de produtividade de sementes por hectare sob as diferentes densidades de plantio foi determinado a viabilidade econômica, tendo-se como referência o custo de produção, desconsiderando-se os custos fixos, para o sistema de cultivo manual do gergelim, na região semiárida do Nordeste (KOURI & ARRIEL, 2010).

#### **4.8 Análises dos dados**

Os dados foram processados usando o programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$  e  $P \leq 0,01$ ) conforme FERREIRA (2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura do gergelim é explorada em diferentes condições de ambiente que provavelmente afetam o desempenho produtivo das plantas. Os principais fatores que influem diretamente o melhor crescimento e desenvolvimento das plantas de gergelim e, conseqüente produtividade da cultura, incluem os fatores climáticos como a temperatura, a precipitação, a luminosidade e a altitude, bem como tipos de solos, as práticas agropecuárias que envolvem desde a semeadura, a densidade de plantas até a colheita (ARRIEL et al. 2009).

No presente trabalho os oito espaçamentos avaliados se constituem em diferentes densidades de plantio, em que o espaçamento de 45 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas apresentou um estande final 268 plantas na parcela experimental, enquanto o espaçamento de 90 cm entre fileiras e 20 cm entre plantas apresentou um estande final de 123 plantas. Estas densidades de plantas constituem populações que variaram de 222 mil a 55 mil plantas por hectare que respondem de maneira diferenciada, em função do adensamento e da competitividade entre as plantas por nutrientes, água e luminosidade, no desempenho dos componentes de produção do gergelim.

A Tabela 2 destaca a Análise de Variância (ANOVA), com base nos quadrados médios, para as características altura da planta (ALTP), altura de inserção do primeiro fruto (ALTPF), número de frutos por planta (NFP), comprimento do fruto (CF), número de sementes por fruto (NSF), massa de mil sementes (MMS), produção de grãos por parcela (PGP) da cultivar BRS Morena em diferentes densidades populacionais.

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância, pelos Quadrados Médios, para as características altura da planta (ALTP), altura de inserção do 1º fruto (ALTPF), número de frutos por planta (NFP), comprimento do fruto (CF), número de sementes por fruto (NSF), massa de mil sementes (MMS), produção de grãos por parcela (g) avaliadas em ensaio de densidade populacional na produtividade da cultivar de gergelim BRS Morena. Alagoinha-PB, 2019.

| Quadrados Médios |    |                     |         |         |         |         |          |
|------------------|----|---------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| FV               | GL | ALTP <sup>(1)</sup> | ALTPF   | NFP     | CF      | NSF     | MMS      |
| Blocos           | 3  | 0,0058              | 101,03  | 89,71   | 0,0025  | 28,84   | 0,0346   |
| Tratamentos      | 7  | 0,01118ns           | 33,32ns | 177,34* | 0,0243* | 35,86ns | 0,0297ns |
| Resíduo          | 21 | 0,0049              | 25,58   | 63,26   | 0,0096  | 18,09   | 0,0399   |
| Média            |    | 1,61                | 39,22   | 60,00   | 2,98    | 84,00   | 3,46     |
| CV(%)            |    | 4,36                | 12,90   | 13,21   | 3,30    | 5,04    | 5,77     |

**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2020.

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

(1) Altura da planta (ALTP - cm), altura de inserção do 1º fruto (ALTPF - cm), número de frutos por planta (NFP), comprimento do fruto (CF - cm), número de sementes por fruto (NSF), massa de mil sementes (MMS - g).

### 5.1 Altura de plantas (ALTP)

Os espaçamentos e as densidade populacionais não afetaram significativamente as alturas das plantas (Tabela 2), com valores médios, independentemente dos tratamentos, de 1,61 m.

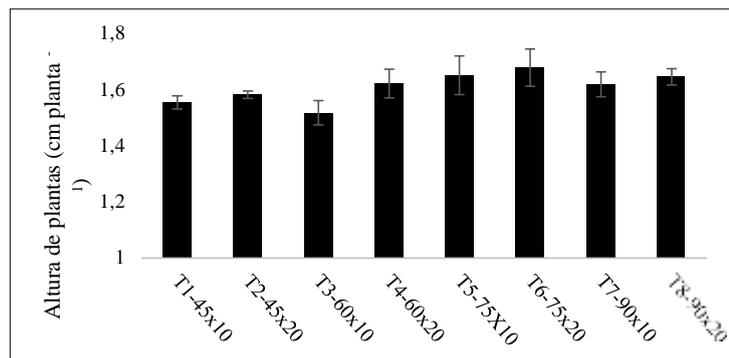
Resultados semelhantes foram encontrados por Barreto et al. (2000) e Amabile et al. (2002), que analisaram, respectivamente, espaçamentos entre linhas (10 cm; 20 cm; 30 cm e 40 cm) e (45 cm; 60 cm; 75 cm e 90 cm), respectivamente, em que não constataram diferenças para altura de plantas entre os espaçamentos avaliados, porém discordantes com os relatos de Valiki et al., (2015) que, ao analisarem três espaçamentos (30 cm, 40 cm e 60 cm) em diferentes cultivares de gergelim, observaram que as maiores alturas das plantas de gergelim ocorreram no maior espaçamento, aliado ao efeito da cultivar. Assim como, os resultados reportados por Lakew, et al., (2018) que também avaliaram os espaçamentos (40, 50 e 60 cm) em diferentes taxas de semeadura (2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 kg ha<sup>-1</sup>) e obtiveram as maiores médias para altura de planta no espaçamento de 60 cm entre fileiras em uma taxa de semeadura de 2 kg ha<sup>-1</sup>.

Pereira et al. (2010) em trabalho utilizando a linhagem LSGI-5, em 16 configurações de plantio: 0,40 m (0,05 m e 0,10 m); 0,40 m (0,15 m e 0,20 m); 0,50 m (0,05 m e 0,10 m); 0,50 m (0,15 m e 0,20 m); 0,60 m (0,05 m e 0,10 m); 0,60 m (0,15 m

e 0,20 m); 0,75 m (0,05 m e 0,10 m); 0,75 m (0,15 m e 0,20 m), em espaçamentos adaptáveis ao cultivo irrigado, obteve resultados semelhantes, não havendo diferença estatística entre os tratamentos.

Ngala et al. (2013) ao avaliarem diferentes espaçamentos (25 cm x 25 cm, 50 cm x 25 cm e 75 cm x 25 cm) constataram que a altura das plantas de gergelim foi significativamente superior no espaçamento de 75 cm. Observaram ainda que, o desempenho das plantas em entrelinhas mais próximas e densidades mais altas foi caracterizado por um rápido crescimento no início do desenvolvimento e subsequente declínio à medida que as plantas cresciam. Provavelmente, esta tendência pode ser atribuída ao aumento da competição de plantas, que está principalmente associado ao aumento da densidade de plantas.

**Figura 5-** Valores médios da altura de plantas da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha-PB, 2019.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

No presente estudo, a maior média para altura (168 cm), se deu no espaçamento 75 entre fileiras e 20 cm entre plantas, portanto a menor competição provavelmente favoreceu o crescimento final das plantas.

Esperava-se um crescimento significativo para as plantas com espaçamento menor, pois com o adensamento, ocorre um aumento da competição entre plantas que tendem a buscar luz e nutrientes. O nível de luz, assim como, a proporção de raios ultravioleta, desempenha um papel importante no alongamento do caule para receber a luz solar e, conseqüentemente, estímulo do meristema apical, favorecendo o crescimento da planta.

Ozoni Davaji et al. (2007) destacam que o aumento da altura é afetado pelo crescimento dos entre nós resultante da produção do hormônio giberelina. Porém, a quantidade e a qualidade da luz, ao promoverem a altura da planta, nas maiores densidades

populacionais, também promovem a distribuição desigual das plantas, o que pode provocar um comportamento fisiologicamente diferente do esperado.

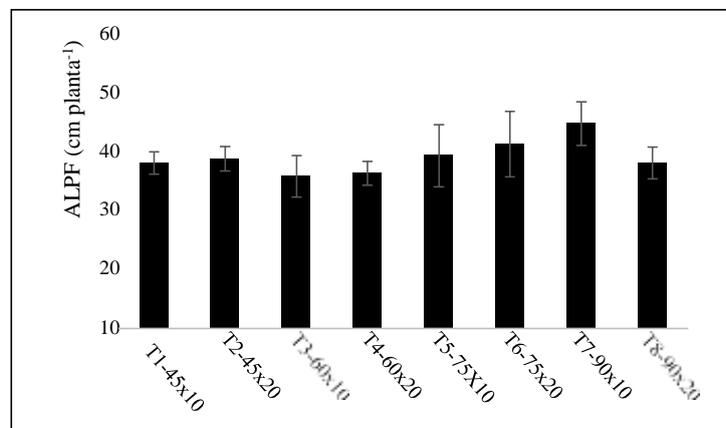
Lakew et al. (2018) mencionam que, em outras condições de estudo o espaçamento entre linhas mais próximo aumentou a altura das plantas e, reduziu significativamente o número de ramos que é uma característica intrínseca da cultivar, e pode ser influenciada pela competição entre plantas.

## 5.2 Altura da Inserção do 1º Fruto (ALTPF)

A altura de inserção do primeiro fruto não foi influenciada, estatisticamente, pelos espaçamentos e densidades de plantio testados (Tabela 2).

A Figura 6 apresenta os valores das ALTPF do gergelim sob diferentes espaçamentos e densidades de plantio, com valores médios, independentemente dos tratamentos, de 39,2 cm.

**Figura 6**–Valores médios da altura de inserção do primeiro fruto da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoínia-PB, 2019.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Resultados semelhantes foram encontrados por Dias et al. (2002) utilizando duas configurações de plantio, constituídas por três linhas de 4,0 m, espaçadas de 0,8 e 1,0m, que em valores absolutos, obtiveram 56,75 cm para o espaçamento de 0,8 e 54,16 cm para o espaçamento de 1,0m. A altura da inserção do primeiro fruto é uma característica que varia de cultivar para cultivar, e que também sobre influência de fatores ambientais. (BELTRÃO et al., 2001)

Cruz et al. (2009), estudando a flexibilização espacial (0,20 m; 0,40 m; 0,50; e 0,60

m) e populacional da cultura da soja no período de dois anos, constatou que os melhores resultados para a variável inserção do primeiro fruto, foram encontrados nos espaçamentos intermediários entre linha (0,40 e 0,50 m), com densidades populacionais entre 200 e 250 mil plantas, as demais configurações, não seriam opções interessantes para o produtor.

### **5.3 Número de frutos por planta (NFP)**

Constata-se, na Tabela 2, que os espaçamentos e as densidades populacionais de gergelim BRS Morena exerceram efeitos diagnósticos, a 5% de probabilidade estatística, sobre o número de frutos por planta.

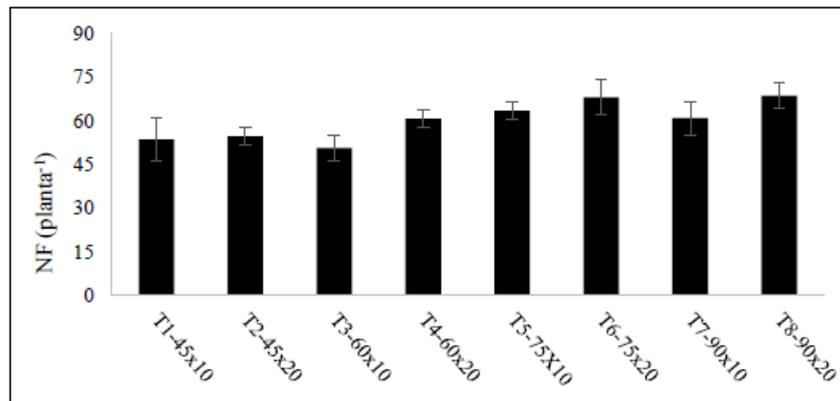
Sabe-se que o número de cápsulas por planta é um dos principais componentes que determinam o potencial de produção da planta. Esta característica é afetada por fatores genéticos, ao passo que a redução no número de plantas pode aumentar o número de cápsulas por planta em razão do aumento da matéria seca e a não competição entre plantas por nutrientes e água (VALIKI et al., 2015).

Para a variável número de frutos por planta (Figura 7), constatam-se as maiores médias no espaçamento de 75 cm x 20 cm, com 68,0 frutos, seguido do espaçamento 90 cm x 20 cm, com 66,0 frutos por planta. Portanto, o efeito da população de plantas no número de cápsulas foi maior a partir do gergelim cultivado na população menos adensada,

Gondim et. al (2007), em experimento, estudando três configurações de plantio para a cultura do gergelim (0,60 m x 0,20 m; 0,80 m x 0,20 m e 1,0 m x 0,20 m), observaram resultados semelhantes, onde houve uma maior influência para o espaçamento entre linhas mais largas (1,0 m x 0,20m), apresentando um maior índice de produção em relação ao mais estreito (0,6 m x 0,20).

Arriel et al. (1999) reportaram a correlação alta e positiva entre o número de frutos por planta e o rendimento final da produção de grãos. Esta constatação está alinhada com os resultados obtidos por Mohhamed e Hamidu (2018), que relataram que o efeito do espaçamento de 70 cm entre fileiras e 20 cm entre plantas foi significativo para o número de frutos por plantas.

**Figura 7-** Valores médios do número de frutos por planta da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha-PB, 2019.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

A partir dos valores médios (Figura 7), observa-se um aumento no número de cápsulas por planta, nos tratamentos com maiores espaçamentos e menor adensamento plantas por metro linear. O incremento no número de cápsulas por planta nos diferentes espaçamentos mostra a importância da população de plantas na determinação do número de cápsulas por planta que pode ser devido ao arejamento e circulação de ar e à baixa competição por nutrientes e água (GOLLA,2020).

Resultado semelhante foi reportado por Lakew et. al. (2018) onde o maior número de cápsulas por planta foi registrado em 60 cm entre fileiras e 2 kg ha<sup>-1</sup> de taxa de semeadura. Alim (2009), em pesquisa com 3 diferentes tipos de densidade, observou que a maior número de cápsulas por planta, se deu para a densidade de 40 plantas m<sup>2</sup>. Tendência semelhante no número de cápsulas por planta de gergelim foi relatada por Tomarn (1992). Singh e Yadav (1987) também relataram um aumento de vagens por planta devido à diminuição da densidade de plantio em ervilhas.

As plantas que apresentam um espaçamento maior, ocupam uma maior área de captação de luz, não apresentando uma maior competição em relação as plantas que se encontram em uma configuração de espaçamento menor, portanto, melhor arquitetura produtiva podendo expressar todo seu potencial, na emissão de um número maior de frutos (VALE, 2009) o que poderia ser comparado a partir de diferentes cultivares de hábito de crescimento ramificado e não ramificado, conforme reportado por Valiki et al., (2015) e Golla (2020) em que o número máximo de cápsulas por planta obtido podese atribuído à diferença genética das variedades e às condições de populações de plantas adequadas às características das cultivares.

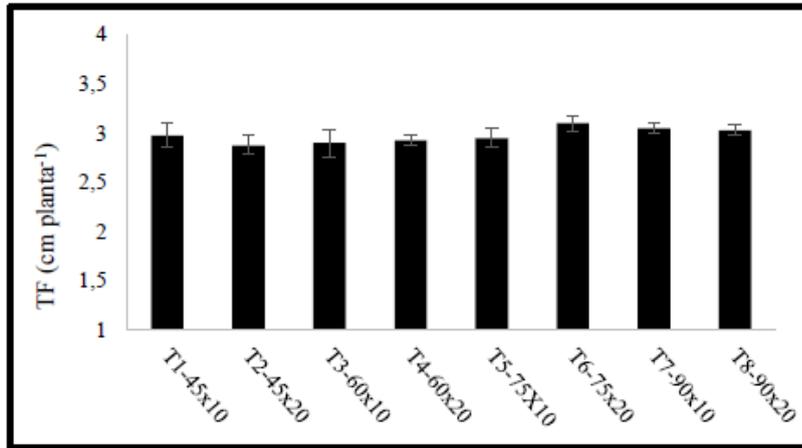
#### 5.4 Comprimento dos frutos (CF)

Para a variável tamanho dos frutos, não houve diferença estatística entre os tratamentos testados. Dentre as principais características morfológicas do gergelim, como a quantidade de frutos por axila, heterogeneidade com relação ao número de flores, característica deiscente ou indeiscente, está a característica tamanho dos frutos (BELTRÃO et al., 2001), que é uma característica governada por muitos genes e sofre influência do ambiente e diretamente na produção de grãos da cultura.

O crescimento do fruto se inicia com a divisão e expansão celular até que se determine seu tamanho final. Após o fruto alcançar o tamanho final, este entra em processo de maturação, momento em que o teor de umidade ainda está acima de 50% e, a partir da maturidade ocorrem naturalmente perdas progressivas de umidade resultando em menor volume de massa fresca. Aspectos físicos, químicos e fisiológicos como: coloração, comprimento e largura do fruto, peso de sementes, óleo, nutrientes, (germinação e vigor das sementes são características que são afetadas pelo o processo de cultivo das plantas e competição de água, luz e nutrientes (Lucena, 2013).

O maior comprimento da cápsula (3,1 cm) foi registrado no espaçamento de 75 cm entre fileiras e 20 cm entre plantas (Figura 8), porém não houve diferenças significativas para esta característica entre as configurações de plantio utilizadas. No entanto, constata-se uma tendência de diminuição à medida que o espaçamento entre linhas diminui. A redução no comprimento da cápsula nos espaçamentos mais estreitos pode ser devido à alta competição entre plantas por nutrientes e, água e luz. Lakew et al. (2018) que observaram maior comprimento da cápsula quando o gergelim foi plantado nos maiores espaçamentos e menores densidades de plantas por área. Por outro lado, Udom, Fagam e Ekwere (2006) relataram que o comprimento das cápsulas, o número de cápsulas por planta e o rendimento de grãos foram significativamente afetados pela taxa de semeadura. As cápsulas e o rendimento de grãos de gergelim aumentaram significativamente com a diminuição da densidade de plantas.

**Figura 8-** Valores médios do comprimento dos frutos da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoinha-PB, 2019.

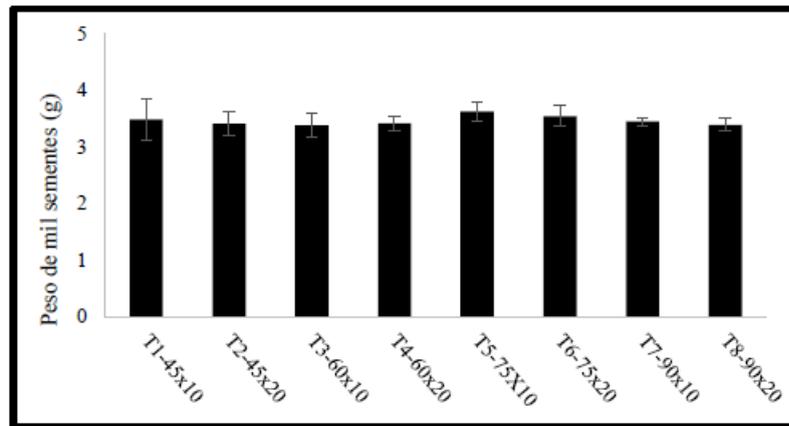


Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

### 5.5 Massa de mil sementes (MMS)

Para massa de mil sementes (Figura 9) não houve diferença estatística entre as médias dos diferentes espaçamentos testados a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Os valores médios variaram de 3,41g na configuração de 111 mil plantas por hectare a 3,62g para o espaçamento de 75 entre fileiras e 10 plantas por metro linear, que corresponde a aproximadamente 133 mil plantas por hectare.. Resultado semelhante ao obtido no presente estudo foi relatado por Udom et al., (2006) e Valiki et al. (2015) que não constataram efeitos significativos entre as diferentes configurações de plantio para a massa de mil sementes de gergelim, ao avaliarem espaçamentos entre plantas (20, 30, 40, 50 e 60 cm). Por outro lado, Lakew et al. (2018) relataram a massa de mil sementes diminuiu à medida que a população de plantas por unidade de área aumentou. O espaçamento entre linhas de 40 cm e taxa de semeadura de 3,5 kg ha<sup>-1</sup>, registrou maior massa de semente (3,56 g) que no mesmo espaçamento entre linhas e taxa de semeadura de 6,5 kg ha<sup>-1</sup> (3,06 g) em gergelim.

**Figura 9** - Valores médios para a massa de mil sementes da cultivar BRS Morena nos diferentes espaçamentos e densidades de planta por metro linear testados. Alagoíinha-PB, 2019.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Estes valores de massa de mil sementes estão dentro do padrão característico da cultivar de gergelim BRS Morena (Embrapa, 2020) e dentro da média, quando comparados aos de outras experiências com o gergelim, como os realizados por Queiroga e Silva (2008), que obtiveram um valor de 3,40 g para massa de 1.000 sementes utilizando a mesma cultivar. Dias et al. (2012), trabalhando com a cultivar BRS Seda, utilizando dois tipos de espaçamento, 0,8m e 1,0m respectivamente, observou também que não houve diferença para o peso de mil sementes.

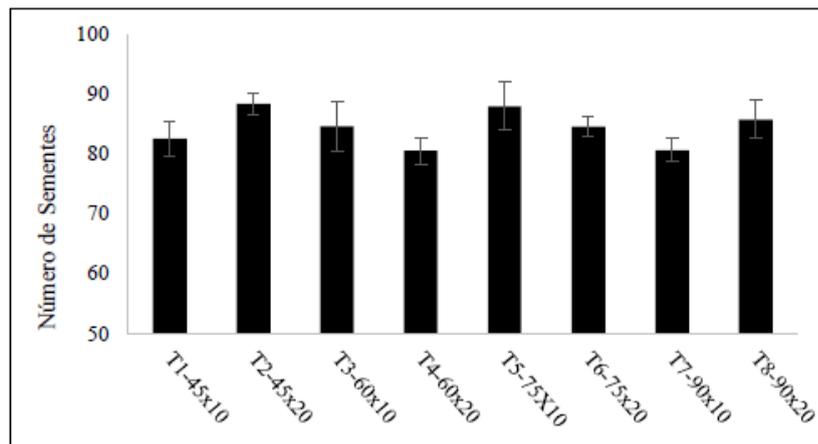
Em contrapartida, Nascimento et al. (2019), em estudo usando a cultivar BRS Seda e Anahí obtidas de uma pesquisa com diferentes espaçamentos 45, 60 e 70 cm para cultivar Anahí e 60 70 e 80 cm para cultivar BRS Seda, entre linhas e 10 cm entre plantas, houve um efeito significativo da cultivar BRS Seda com relação a cultivar BRS Anahí.

## 5.6 Número de sementes por fruto (NSF)

Não houve efeito significativo dos diferentes, espaçamentos entre linhas, e densidade das plantas nas linhas, sobre o número de sementes por fruto. Na Figura 10 são apresentados os valores médios do número de sementes por fruto observados nas diferentes configurações de plantas. , No espaçamento de 60 cm x 20 cm apresentou em média 81 sementes por fruto, enquanto a maior média 88,00 sementes foram registradas no espaçamento de 75 cm entre linhas e 10 cm entre plantas.. Ressalta-se que, a maioria dos valores do número de sementes por fruto ocorreram nos maiores espaçamentos, isto pode ter ocorrido devido a menor densidade das plantas e a baixa competição entre plantas. Estes

resultados corroboram com os relatados por Golla (2020) em que o número máximo de sementes de gergelim por fruto foi registrado nas menores populações de planta, enquanto um menor valor de sementes por cápsula ocorreu nas maiores população de plantas.

**Figura 10-** Resultados médios para o número de sementes de por frutos do gergelim da cultivar BRS Morena



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Em trabalho com o gergelim, em diferentes configurações de plantio, a fim de verificar o efeito do espaçamento entre linhas, Jakusko et al. (2013) observou que houve um aumento significativo do número de sementes por cápsulas, a medida em que aumentava o espaçamento entre fileiras. Por outro lado, Valiki et al., 2015 relataram que a diminuição da densidade de planta, eventualmente causou redução no número de sementes por fruto.

Em geral, o principal componente que determina o rendimento de sementes de gergelim é o número de frutos por planta, que, por sua vez, depende do número de sementes por fruto e do peso de 1.000 sementes. Isso é esperado porque o número de cápsulas por planta e rendimento de sementes por planta, apresentam correlação fenotípica e genotípica positiva e significativa com a massa de mil sementes e rendimento por hectare (Arriel, 2004). Obviamente, esses componentes podem ser compensados entre si, porém o maior rendimento de grãos de uma determinada cultivar é atingido quando se obtém o maior número de grãos por planta EMBRAPA (2009).

Porém, este pode variar conforme a população de plantas, clima, solo, tratos culturais e pelos componentes de produção que, no caso do gergelim, envolvem o número de frutos por planta, número de sementes por fruto e peso de uma semente, podendo em alguns genótipos ser superior a 1.800 kg/ha de sementes. (EMBRAPA, 2009).

Delgado et al (1975), em trabalho com o gergelim sob diferentes densidades

populacionais, pôde verificar com os dados obtidos, apesar de não ter tido diferença estatística, que houve uma tendência maior para o aumento de peso das sementes, quando submetidas a um menor adensamento.

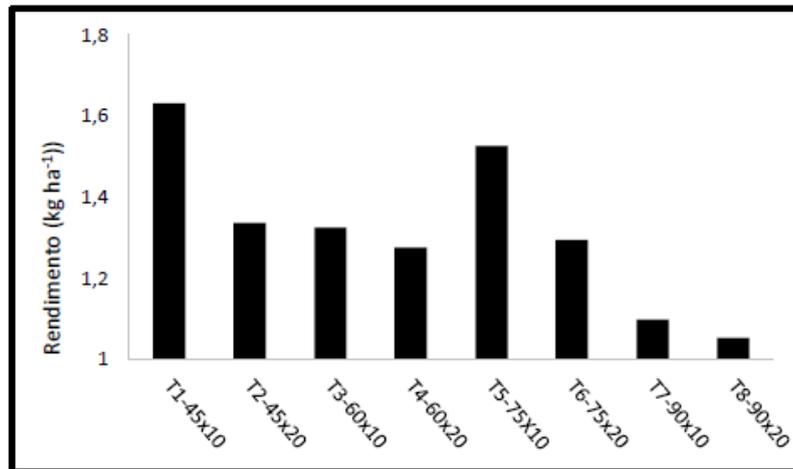
### **5.7 Rendimento de sementes**

A produtividade de grãos do gergelim é a variável mais importante para se avaliar se uma cultura é viável do ponto de vista econômico. Muitos relatos evidenciam que a produção de sementes de gergelim geralmente é elevada em alta densidade de plantas (ÖZTÜRK & ŞAMAN, 2012; VALIKI et al, 2015).

Para a variável rendimento de sementes avaliada nos diferentes espaçamentos, observou-se diferença significativa entre as densidades de plantio. Constatou-se que o espaçamento 1 (45 X 10 cm) apresentou a melhor produtividade, com o valor médio de 1.813,89 kg há<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente das demais configurações de plantio. Evidencia-se na Figura 11, que a maior produtividade ocorreu nos espaçamentos com maior número de plantas, portanto nos menores espaçamentos testados, assim, houve um maior aproveitamento de área, uma maior quantidade de plantas por fileira, promoveu uma maior distribuição espacial de plantas por área, bem como, um maior aproveitamento da energia solar, refletindo em uma maior produtividade.

Vale ressaltar que os aumentos na produção de sementes por hectare em maior densidade populacional de plantas pode ser devido ao maior número de plantas de gergelim por unidade de área, as menores distâncias entre fileiras pode provavelmente compensar a redução no desempenho dos componentes individuais por planta, tais como, número de cápsulas por planta, massa de mil sementes e rendimento de sementes por planta (ÖZTÜRK & ŞAMAN, 2012).

**Figura 11**-Resultados médios do rendimento de sementes da cultivar de gergelim BRS Morena nos diferentes tratamentos analisados.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Resultado semelhante foi registrado por Golla (2020) com a cultivar Gida-Ayana semeada no espaçamento de 40 cm x 10 cm, onde obteve a maior produtividade de sementes em relação aos espaçamentos 20 x 5 cm; 60 x 15 e 80 x 20 cm). Ahamed (2002) ao testarem os espaçamentos de 30, 45 e 60 cm entre plantas de gergelim constataram que o espaçamento de 45 cm foi melhor para o aumento da produtividade.

Os resultados do presente estudo corroboram com Lima et al. (2011), que avaliaram plantas de gergelim em 16 configurações de plantio, obteve um maior rendimento por hectare para os tratamentos com menor espaçamento, com uso da linhagem LSGI-5, para a configuração de plantio 10 cm entre plantas e 60 cm entre fileiras, estimaram uma população de 166.667 plantas por hectare, uma produtividade 2.929 kg/ha.

Em contrapartida, Demétrio et al. (2008) e Amaral Filho et al. (2005) em trabalho com diferentes arranjos espaciais com o milho, observaram que houve uma redução na produtividade do milho com o aumento na densidade populacional de 40 mil para 80 mil plantas por hectare. Segundo os autores, isso pode ter ocorrido em razão da melhor distribuição das plantas na área, o que possibilita a otimização do incremento fotossintético.

Ressalta-se que, quando a cultivar encontra condições ideais de solo favoráveis para o seu crescimento e desenvolvimento, água e manejo da cultura, pode-se chegar ao seu potencial de 2500 kg/ha de sementes, contudo, apesar de encontrar condições pluviométricas abaixo do recomendado, que seria de 300mm a 850 mm anuais, ainda obteve-se uma boa produtividade (EMBRAPA, 2009).

Destaca-se então, que o cultivo da cultivar de gergelim BRs Morena, apresentou uma

maior produtividade quando submetida ao menor espaçamento 45x10, podendo oferecer ao produtor, como sendo uma alternativa de maior aproveitamento do solo e de área, aumentando o rendimento e a produção da cultura, otimizando a produção, e ofertando ao produtor uma maior quantidade de grãos para o mercado.

### 5.8 Viabilidade econômica do cultivo da BRS Morena em diferentes configurações de plantio

A análise econômica da cultivar BRS Morena foi realizada em todas as configurações de plantio que varia de 55 mil a 222 mil plantas por hectare . O resultado econômico foi medido pela renda líquida, que é a diferença entre receita e custo total da produção. A receita foi estimada com base no valor de mercado da produção obtida no sistema de cultivo. A partir da confrontação dos custos de produção observados e do rendimento médio obtido nas diferentes configurações de plantio foi realizada a análise de viabilidade econômica da produção (Tabela3).

**Tabela 3-** Análise de viabilidade econômica

| Espaçamentos (m) | entre fileiras | entre plantas | Plantas/metro linear | Plantas/hectare | Produção de grãos (kg/ha) | Valor líquido da produção de grãos (R\$/hectare) | Relação custo benefício |
|------------------|----------------|---------------|----------------------|-----------------|---------------------------|--|-------------------------|
| E1               | 0,45           | 0,10          | 10 plantas           | 222.222         | 1813,89 a                 | 12.481,11 a                                      | 6,1a                    |
| E2               | 0,45           | 0,20          | 05 plantas           | 111.111         | 1485,42 ab                | 9853,33 ab                                       | 4,9ab                   |
| E3               | 0,60           | 0,10          | 10 plantas           | 166.667         | 1472,22 ab                | 9747,78 ab                                       | 4,8ab                   |
| E4               | 0,60           | 0,20          | 05 plantas           | 83.333          | 1418,06 ab                | 9314,44 ab                                       | 4,6ab                   |
| E5               | 0,75           | 0,10          | 10 plantas           | 133.333         | 1689,58 ab                | 11.486,67 ab                                     | 5,7ab                   |
| E6               | 0,75           | 0,20          | 05 plantas           | 66.667          | 1439,24 ab                | 9483,89 ab                                       | 4,7ab                   |
| E7               | 0,90           | 0,10          | 10 plantas           | 111.111         | 1220,83 ab                | 7736,67 ab                                       | 3,8ab                   |
| E8               | 0,90           | 0,20          | 05 plantas           | 55.556          | 1170,83 b                 | 7336,67 b  | 3,6 b                   |

**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2020.

Receita líquida e relação custo benefício, considerando o custo de produção de R\$ 2030,00 e o valor do grão R\$8,00.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey(  $p < 0,05$ ).

Constata-se que, o espaçamento mais reduzido que corresponde a uma população de aproximadamente 222 mil plantas, proporcionou a maior produtividade de sementes

por hectare, 1.813,89 kg.. é importante destacar que aqueles espaçamentos reduzidos almejam a distribuição mais equidistante das plantas, sendo que a maior otimização da parte aérea pode ser seguida pelo sistema radicular. No entanto, o uso de populações muito adensadas, além de acarretar aumento nos gastos com sementes, pode levar ao acamamento de plantas e não proporcionar acréscimo no rendimento de grãos. Já a adoção de menores populações favorece o desenvolvimento de plantas daninhas e pode resultar em elevadas perdas.

Comparando-se as receitas, constatou-se que os espaçamentos E1 e E5 apresentaram as maiores rendas líquidas (R\$ 12.481,11 e R\$ 11.486,67), em razão das maiores produtividades alcançadas). Os menores resultados, em termos de renda líquida, foram obtidos nos espaçamentos de 90 cm entre fileiras. Com relação à eficiência econômica, ainda na Tabela 3, observa-se que todas as configurações de plantio são eficientes, tendo valores acima da unidade. No entanto, o maior valor da relação custo benefício (6,10) foi registrado no espaçamento de 45 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas.

Com base nos resultados desta pesquisa, concluiu-se que a densidade populacional afetou o rendimento de sementes de gergelim. O aumento da população de plantas aumentou a produção de sementes por unidade de área. Sendo que o maior rendimento econômico ocorreu no espaçamento de 45 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas, que corresponde a 222.222 mil plantas por hectare, que se pode inferir como a melhor combinação identificada para otimizar o desempenho agrônomico e econômico do gergelim nas condições em que o trabalho foi conduzido.

## 6 CONCLUSÕES

- As características de altura da planta, altura de inserção do primeiro fruto, número de sementes por fruto e massa de mil sementes da cultivar de gergelim BRS Morena não foram afetadas nas diferentes configurações de plantio.
- O número de frutos por planta, o comprimento do fruto e o rendimento de sementes por hectare da cultivar BRS Morena apresentaram desempenho diferenciado sob as diferentes configurações de plantio. e densidades de plantas.
- O melhor desempenho agrônômico e econômico da cultivar BRS Morerna foi registrado no espaçamento de 45 cm entre fileiras e 10 cm entre plantas, correspondendo a 222 mil plantas por hectare, com uma relação de custo benefício 6 vezes superior à unidade.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, R. M.; TARIQ, M. F.; S. AHMAD. Comparative performance of two sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties under different row spacing. *Asian Journal of Plant Science*, v. 1, n. 5, p. 546-547, 2002.
- ALIM, MD., A. Yield performance of sesame in response to population density and source-sink manipulation. *Sher-e-bangla Agricultural University Dhaka*: 2009. 89 P.
- AMABILE, R. F.; COSTA, T. M. C.; FERNANDES, DUARTE.F. Efeito do espaçamento e da densidade de sementeira do gergelim no cerrado do Distrito Federal. *Ceres*, v. 49, n. 285, 2015.
- AMABILE, R. F.; COSTA, T. M. C.; FERNANDES, F. D. Efeito do espaçamento e da densidade de sementeira do gergelim no cerrado do Distrito Federal. *Revista Ceres*, v.49, p.547-554, 2002.
- ANTONIASSI, R.; , ARRIEL, N. H. C.; , GONÇALVES, E. B.; FREITAS, S. C.; ZANOTTO, D. L.; BIZZO, H. R.; **Influência das condições de cultivo na composição da semente e do óleo de gergelim**. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 60, n.3, p. 301-310, mai/jun, 2013.
- ARAÚJO, E. A.; SOARES, J. J.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; QUEIROGA, V. P.; FIRMINO, P. T. **Plantio**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/gergelim/arvore/CONT000gnj7jx6c02wx50k0edacxlxlnbjn4.html#>>. Acesso em: 2 jan. 2020.
- ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.
- ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. **Gergelim : o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF. 2009. 209 p.
- ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA/CNPA, 2009. p. 21-38.
- BARRETO, R. S. **Comportamento do cultivar CNPA G3 de gergelim *Sesamum indicum* L. em diferentes espaçamentos entre plantas na fileira**, Areia, PB: 2000.31p. UFPB/CCA. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba.
- BARROS, M.A.; SANTOS, R.F.; BENATI, T.; FIRMINO, P. T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N.E. M.; VIEIRA, D.J. *O Agronegócio do gergelim no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão/ Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2001. p.21-35.
- BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. *O agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 348p. 2001.
- BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. *O agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília:

Embrapa Informação Tecnológica, 348p. 2001.

BELTRÃO, NE de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. Recomendações técnicas para a cultura do gergelim no nordeste brasileiro. **EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica**, 1991. CARVALHO, J. M. F. C.; ARRIEL, N. H. C.; LIMA, M. D. A.; SOUZA, D.

M.;SANTOS, J. W. Processo para regeneração de sementes de gergelim com dificuldade de germinação. **Embrapa Algodão. Circular Técnica**, 2006.

CEITA, E. D. A. R.; MONTEIRO, F. J. F.; AZEVEDO, B. M.; SOUSA, G. G.; BRASIL, S. O. S.; SILVA, L. S. Manejo da irrigação na cultura do gergelim cultivada durante dois anos de cultivo. 2017.

CRUZ, V. F. S. Flexibilização espacial e populacional em cultivares de soja de diferentes grupos de maturação no Distrito Federal (Glycine Max L.) Merrill. Brasília, DF: UNB, 2008. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

DELGADO M. C. 1972. **Yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.)** DIAS, C. S. (2014). Componentes de produção do gergelim brs seda submetido a diferentes desbastes e espaçamentos. Faltam informações

DIAS, C.S. **componentes de produção do gergelim brs seda submetido a diferentes desbastes e espaçamentos**. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba. Areia, p. 41. 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. BRS SEDA: Gergelim BRS Seda. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2009. 6p. (Folder).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do Gergelim. Embrapa Algodão: 2º Ed, Londrina, 2014.

G. N. UDOM, A. S. FAGAM; E. EKWERE. **Effect of intra-row spacing and weeding frequency on the yield performance of sesame/cowpea intercrop**. Agric.Sci. 2006.

ENIKUOMEHIN, O. A.; JIMOH, M.; OLOWE, V. I. O.; AYO-JOHN, E. I.; AKINTOKUN, P.O. Effect of sesame (*Sesamum indicum* L.) population density in a sesame/maize (*Zea mays* L.) intercrop on the incidence and severity of foliar diseases of sesame. **Archives of phytopathology and plant protection**, v. 44, n. 2, p. 168-178, 2011.

EPSTEIN, L. Cultura do Gergelim. Salvador, BA. SEAGRI, 2000. 9p. Disponível em: . Acesso em: 27 de jun., 2012.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 358 - 368, 2009.

FERREIRA, José Luís. **Crescimento e desenvolvimento do gergelim em diferentes níveis de biofertilizantes**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual da Paraíba.

Lagoa Seca. 2016. 28 f.

GOLLA, W. N..Yield Performance of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties at Different Levels of Plant Population in Optimum Moisture Areas of Western Tigray, Northern Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. Vol.10, No.4, p16-21, 2020

GONDIM, T. M. de S.; SILVA, I. M. da S.; VASCONCELOS, R. A. de; ARRIEL, N. H. C.; OLIVEIRA, F. A. de.; SOUSA, F. C. de. Crescimento e produtividade do gergelim influenciado por plantio em diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4. 2007, Varginha, MG. 1 CD-ROM.

GONDIM, T. M. S. Arranjos espaciais e sua influência no consórcio mamoneira precoce e feijão caupi. Areia, 2011. 177p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba.

GRILO JÚNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. de. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim 'BRS Seda' na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). *Revista Holos*, v.2, p.19-33, 2013.

JAKUSKO, B.B.; USMAN, B.D.; MUSTAPHA A.B. Effect of row spacing on growth and yield of Sesame (*Sesamum indicum* l.) in Yola, Adamawa State, Nigeria. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, Yola, V. 2, p. 36-39, 2013.

KOURI, J.; ARRIEL, N.H.C.; VALE, D.G.; BELTRÃO, N.E.M. Sistema de cultivo do gergelim na agricultura familiar do Nordeste brasileiro: Operações básicas e coeficientes técnicos. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. (Folder).

LAKEW, S., AYALEW, D. AND ASSEFA, F. Optimum inter-row spacing and seeding rate of sesame for harnessing the maximum productivity potential in the dry land area of Abergelle District, Northeast Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1-16p.1485471, 2018.

LAUTHARTE, D. M.; ROSA, T. D. A.; DE MOURA NIMITT, J. L.; VALENTIM, T. T. M.; SILVA, A. F. Profundidade de semeadura no desenvolvimento inicial de sementes de gergelim. **Anais...** Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v.9, n. 4, 2018.

LIMA, F. V. de, PEREIRA, J. R., ARAÚJO, W. P., ARAUJO, V. L., Almeida, E. S. A. B. de, LEITE, A. G. Definição de espaçamentos para o gergelim irrigado. *Revista ABEAS* - v.26, n.1, p.10-16, 2011.

LUCENA, A. M. A ; CAVALCANTI, N. T.F. ; FARIAS A. L. ; SANTOS, K. S. ; ARRIEL, N. H. C.; ALBUQUERQUE, F. A. Qualidade de sementes de gergelim colhidas de frutos em diferentes estádios de maturação; v.9, n 6. 2013.

MACKENZIE, D.R.; CHEN, N.C.; LIU, T.D.; HENRY, B.F.; OYER, E.B. (1975). **Response of Mungbean and Soybean to increasing planting density**. *J. Amer. Soc. Hort. P.* 579-583.

MAGALHÃE, I, D.; COSTA, F.E.; ALVES, G.M.R; ALMEIDA, A.E.S.; SILVA, S.D.;

SOARES, C.S. Produção de gergelim orgânico sob condições semiáridas. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2010, João Pessoa, Paraíba. **Anais ...** – Campina Grande, PB: EMBRAPA ALGODÃO. Págs. 1-5. CD-ROOM.

MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. 1. Ed. Brasília, DF : Embrapa, 2019

MOHAMMED, B. AND HAMIDU, G.A. Growth and Yield Performance of Sesame (Sesamum indicum L.) Varieties at Varying Levels of Inter-row Spacing in Northern Part of Sokoto, Nigeria. Asian Journal of Research in Crop Science, pp.1-14, 2018.

NASCIMENTO, V. C.; Avaliação da qualidade de sementes de duas cultivares de gergelim em diferentes espaçamentos - Areia, PB: 2019. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba.

OLIVEIRA, CARLOS MANOEL DE. **Qualidade de sementes de girassol em função da posição no capítulo e da densidade de plantas**. 2013. 60f. Tese (Doutorado em Agronomia). Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

ÖZTÜRK, Ö , ŞAMAN, O. Effects of Different Plant Densities on the Yield and Quality of Second Crop Sesame. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* 6(9): 644-649, 2012.

PANDEY, S. K.; DAS, A.; RAI, P.; DASGUPTA, T. Morphological and genetic diversity assessment of sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions differing in origin. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, v. 21, n. 4, p. 519-529, 2015.

PAULA Q., V.; BORBA, F. G.; ALMEIDA, K. V.; SOUSA, W. J. B.; JERÔNIMO, J. F.; QUEIROGA, D. A. N.. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 4, n. 1, p. 27-33, 2011.

PEREIRA, J. R. SILVA, C. A. VASCONCELOS, R. A. ARAÚJO, W. P. LIMA, F. V. ARRIEL, N. H. ARAUJO, G.P. JUNIOR, G, S. C. Configurações de plantio para o gergelim irrigado de alta tecnologia. **Anais..** Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. 2010, João Pessoa. 1242 p.

PEREIRA, J. R.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; QUEIROJA, V. P.; **Preparo do solo e plantio**. Disponível em: <  
[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao16\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_76293187\\_sistemaProducaoId=3714&p\\_r\\_p\\_996514994\\_topicoId=3184#topodapagina](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=3714&p_r_p_996514994_topicoId=3184#topodapagina)  
>. Acesso em: 2 jan. 2020.

PORTO, V. C. N.; BELTRÃO, N. E. D. M.; ROCHA, M. D. S.; QUEIROZ, N. L.; FERREIRA, L. L.; TAVARES, M. D. S.; ALENCAR, R. D. O gergelim e seu cultivo no semiárido brasileiro. 2013.

QUEIROGA, V. de P., ARRIEL, N. H. C., SILVA, O. R. R. F. da; Tecnologias para o agronegócio do gergelim. Embrapa Algodão (Campina Grande, PB). 1º ed. 2010.

QUEIROGA, V. de P.; GONDIM, T. M. de S.; FIRMINO, P. de T.; SILVA, A. C.; QUEIROGA, D. A. N. Colheita manual e diferentes formas de aproveitamento de grãos de gergelim. *Revista Agro@ambiente*, v.4, p.110-117, 2010.

QUEIROGA, V. P.; ARRIEL, N. H. C.; SILVA, O. R. R. F. Tecnologias para o agronegócio do gergelim. **Embrapa Algodão**, 2010.

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; VALE, D. G.; GEREON, H. G. M.; QUEIROGA, D. A. N.; Produção de gergelim orgânico em agricultura familiar no Nordeste brasileiro. **Revista Agro@ ambiente On-line**, v. 5, n. 2, p. 166-172, 2011.

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 203).

QUEIROGA, V.P.; BORBA, F.G.; ALMEIDA, K.V.; SOUSA, W.J.B.; JERÔNIMO, J.F.; QUEIROGA, D.A.N; Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores. **Revista agroambiente**, Universidade Federal de Roraima, Boa vista, 2010.

QUEIROGA, V.P.; BORBA, F.G.; ALMEIDA, K.V.; SOUSA, W.J.B.; JERÔNIMO, J.F.; QUEIROGA, D.A.N; **Qualidade fisiológica e composição química das sementes de gergelim com distintas cores**. **Revista agroambiente**, Universidade Federal de Roraima, Boa vista, 2010.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.R.F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 203).

RIBEIRO, Victor Herbert de Alcântara. **Fenologia e desenvolvimento de genótipos de gergelim sob fertirrigação com biofertilizante**. 2016. 30 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

ROCHA, Geisenilma Maria Gonçalves. **Caracterização de genótipos do gergelim utilizado RAPD e microssatélite**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2012.

ROLIM, Diego Lavoisier Rodrigues Moura. **Qualidade Fisiológica de sementes de gergelim BRS Seda submetidas a quatro diferentes desbastes e dois espaçamentos**. 2014. 43 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R. de A.; GONDIM, T.M. de S.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, p.50-54, 2006d.

SHEKH, M. A.; MATHUKIA, R. K. and SAGARKA, B. K. (2014). **Sowing Time and Spacing for Summer Sesame (*Sesamum indicum* L.)**. Agriculture: Towards a New Paradigm of Sustainability. 111-115.

SINGH, V.K. AND YADAV, D.S. (1987). **Effect of sowing date and plant density on dwarf field peas**. *Indian J. Agron.* 34(1): 92-95.

SOUSA, A. L. B.; SOUSA, R. T. Y. B.; GUIMARÃES, B. V. C.; OLIVEIRA, S. R.; FILHO, S. G. Avaliação de diferentes arranjos espaciais no plantio de milho na região do alto rio negro.

TOMAR, D.P.S., DHARGAVA, S.C. AND DHAKA, R.P.S. (1992). **Productivity of sesame cultivars under varying plant population**. *Indian J. Plant Physiol.*, Vol. xxxv, No. 3, pp. 283-244.

TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; REZENDE, Pedro Milanez de; SALVADOR, Nilson. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2002, vol.37, n.8, pp. 1071-1077. ISSN 1678-3921. **under different plant population densities**. Master Thesis. Univ. of Calif., Riverside.

UDOM, G. N., FAGAM, A. S., EKWERE, E. Effect of intra-row spacing and weeding frequency on the yield performance of sesame/cowpea intercrop. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 18(2):52-60, 2006.

VALE, L. S. Do. Crescimento e produtividade da mamoneira BRS energia submetida a diversos espaçamentos. Areia, PB: UFPB/CCA, 2009. 42p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

VALIKI, S.R.H.; GHANBARI, S.; Golmohammadzadeh, S.; Kiasari, K.R. Effect of Different Plant Density on Growth and Yield of Three Cultivars of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Biological Forum- An International Journal*. 7(1): 0000-0000 (2015).